

MEMORIE

DELL' I. R. ISTITUTO LOMBARDO

DI SCIENZE, LETTERE ED ARTI

VOLUME VI

MILANO

1856

M E M O R I E

DELL' I. R. ISTITUTO LOMBARDO

S. 1104. E. 11.

MEMORIE

DELL' I. R. ISTITUTO LOMBARDO

DI SCIENZE, LETTERE ED ARTI

VOLUME SESTO

MILANO

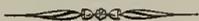
DALLA TIPOGRAFIA BERNARDONI

1856.



ELENCO
DEI
MEMBRI ATTUALI

DELL'I. R. ISTITUTO LOMBARDO DI SCIENZE, LETTERE ED ARTI



PRESIDENTE.

ROSSI dottor FRANCESCO, Bibliotecario dell'I. R. Biblioteca in Milano, Membro corrispondente dell'Accademia Imperiale delle scienze in Vienna.

VICE PRESIDENTE.

VERGA dottor ANDREA, Direttore dell'Ospedale Maggiore di Milano, Membro di varie Accademie scientifiche.

SEGRETARIO.

VELADINI ingegnere GIOVANNI, Professore ordinario di matematica e Vice-Direttore dell'I. R. Ginnasio-Liciale di S. Alessandro in Milano, Membro di varie Accademie scientifiche.

VICE SEGRETARIO.

CURIONI nobile dottor GIULIO, Membro di varie Accademie scientifiche.

MEMBRI ONORARI.

- S. A. I. R. l'Arciduca d'Austria FRANCESCO CARLO GIUSEPPE, Principe Imperiale, Principe Reale d'Ungheria e di Boemia, ecc., cav. del Toson d'oro, Gran Croce dell'Ordine Reale di S. Stefano d'Ungheria, ecc.
- S. A. I. R. l'Arciduca d'Austria GIOVANNI BATTISTA GIUSEPPE FABIANO SEBASTIANO, Principe Imperiale, Principe Reale d'Ungheria e di Boemia, ecc., cav. del Toson d'oro, Gran Croce dell'Ordine militare di Maria Teresa, dell'Ordine Imperiale Austriaco di Leopoldo, ecc.
- S. A. I. R. l'Arciduca d'Austria LUIGI GIUSEPPE ANTONIO, Principe Imperiale, Principe Reale d'Ungheria e di Boemia, ecc., cav. del Toson d'oro, Gran Croce dell'Ordine Reale di S. Stefano d'Ungheria, ecc.
- S. A. I. R. l'Arciduca d'Austria LEOPOLDO LODOVICO MARIA FRANCESCO GIULIO EUSTACHIO GERARDO, cav. del Toson d'oro e del Real Ordine Sardo dell'Annunziata, Gran Croce dell'Ordine Costantiniano di S. Giorgio di Parma, ecc.
- S. A. S. il Principe CLEMENTE VENCESLAO LOTTARIO DI METTERNICH-WINNEBURG, Grande di Spagna di prima Classe, cav. del Toson d'oro, Gran Croce dell'Ordine Reale di S. Stefano d'Ungheria (in brillanti), Gran Croce dell'Onor civile, ecc.
- S. E. il signor conte FRANCESCO ANTONIO DI KOLOWRAT-LIEBSTEINSKY, cav. del Toson d'oro, Gran Croce dell'Ordine Imperiale Austriaco di Leopoldo, Croce d'oro dell'Onor Civile, Balio onorario e Gran Croce dell'Ordine sovrano di S. Giovanni di Gerusalemme, ecc.
- S. E. il signor conte CARLO D'INZAGHI, Gran Croce dell'Ordine Imperiale Austriaco di Leopoldo, e dell'Ordine Costantiniano di S. Giorgio di Parma, Gran Croce e Balio onorario dell'Ordine sovrano di S. Giovanni di Gerusalemme, Socio di varie Accademie, ecc.

- S. E. il signor conte FRANCESCO DI HARTIG, Gran Croce dell'Ordine Imperiale Austriaco di Leopoldo, cav. di prima classe dell'Ordine Imperiale Austriaco della Corona di ferro, ecc.
- S. A. il principe CARLO DI SCHWARZENBERG, Tenente Maresciallo, cav. di più Ordini, I. R. Luogotenente civile e militare di Transilvania, ecc.
- S. E. il signor conte GIUSEPPE RADEZKY DI RADEZ, Feld-Maresciallo, cav. di più Ordini, Governatore civile e militare del Regno Lombardo-Veneto, ecc.
- S. E. il signor conte LEONE DI THUN, Ministro del culto, e dell'Istruzione pubblica, ecc.
- S. E. il signor barone ALESSANDRO BACH, cav. di più Ordini, Ministro dell'Interno, ecc.
- S. E. il signor barone ANDREA BAUMGARTNER, Presidente dell'Accademia Imperiale delle scienze in Vienna, ecc.
- S. E. il signor conte MICHELE DI STRASOLDI, I. R. Luogotenente del Ducato di Stiria, ecc.
- S. E. il signor conte FRANCESCO GYULAI DI MAROS-NEMETH DE NADASKA, Generale d'artiglieria, I. R. Comandante militare della Lombardia, ecc.
- S. E. il signor barone FEDERICO MAURIZIO DI BURGER, I. R. Luogotenente di Lombardia, ecc.
- S. E. monsignore BARTOLOMEO CARLO ROMILLI, Prelato domestico di S. S., Assistente al soglio Pontificio, Gran Dignitario, Cappellano della Corona di ferro del Regno Lombardo-Veneto, Arcivescovo di Milano, ecc.
- VACANI DI FORT'OLIVO barone CAMILLO, cav. di più ordini, Tenente-Maresciallo, Socio onorario delle II. RR. Accademie di belle arti di Milano e di Venezia, ecc.
- DE HAMMER-PURGSTALL barone GIUSEPPE, commendatore dell'Ordine Imperiale Austriaco di Leopoldo, cav. e commendatore di più altri Ordini, Membro di molte Società scientifiche e letterarie.
- MANZONI nobile ALESSANDRO, Socio onorario dell'I. R. Accademia di belle arti in Milano, ecc.

MEMBRI EFFETTIVI PENSIONATI.

(*Nominati e pensionati il 26 novembre 1839.*)

CARLINI FRANCESCO, cav. dell'Ordine Imperiale Austriaco di Leopoldo, del Regio Ordine Sardo de' SS. Maurizio e Lazzaro, Membro dell'Imperiale Accademia delle scienze di Vienna e di altre Accademie nazionali e straniere, primo Astronomo e Direttore dell'I. R. Osservatorio di Brera in Milano.

BORDONI ANTONIO, commendatore dell'Ordine di Francesco Giuseppe, cav. di terza classe dell'Ordine Imperiale Austriaco della Corona di ferro, Direttore della facoltà matematica presso l'I. R. Università di Pavia, Membro dell'Imperiale Accademia delle scienze di Vienna, e di varie altre nazionali e straniere.

PANIZZA cav. BARTOLOMEO, cav. di terza classe dell'Ordine Imperiale Austriaco della Corona di ferro, Professore ordinario di anatomia umana nell'I. R. Università di Pavia, Membro corrispondente dell'Imperiale Accademia delle scienze di Vienna e Membro di varie altre nazionali e straniere.

BELLI dottor GIUSEPPE, cav. del Regio Ordine Sardo de' SS. Maurizio e Lazzaro, Professore ordinario di fisica nell'I. R. Università di Pavia, Membro corrispondente dell'Imperiale Accademia delle scienze di Vienna, e socio di varie altre Accademie nazionali e straniere.

FERRARIO padre OTTAVIO, cav. dell'Ordine di Francesco Giuseppe, Provinciale dei Padri Ospitalieri, Membro di varie Accademie scientifiche.

(*Nom. e pens. il 26 settembre 1840.*)

BALSAMO-CRIVELLI nobile dottor GIUSEPPE, Professore di storia naturale speciale nell'I. R. Università di Pavia, Membro di varie Accademie scientifiche nazionali e straniere.

(*Nom. 21 gennajo 1843. — Pens. 13 luglio 1844.*)

ZAMBELLI nobile dottore ANDREA, Professore ordinario di scienze e leggi politiche nell'I. R. Università di Pavia, Socio corrispondente dell'Ateneo Italiano, dell'Accademia de' Georgofili di Firenze, ecc.

(*Nom. 26 novembre 1839. — Pens. 13 luglio 1844.*)

DE CRISTOFORIS nobile LUIGI, Vice-Presidente onorario della Società Universale di Londra, ecc.

(*Nom.* 21 gennaio 1843. — *Pens.* 25 aprile 1846.)

AMBROSOLI professore FRANCESCO, consigliere straordinario dell'I. R. Accademia di belle arti in Milano, ecc.

(*Nom.* 26 settembre 1840. — *Pens.* 31 maggio 1850.)

FRISIANI nobile PAOLO, Professore ordinario, secondo Astronomo dell'I. R. Osservatorio di Brera in Milano, Membro della Società italiana residente in Modena.

(*Nom.* 21 gennaio 1843. — *Pens.* 31 maggio 1850.)

BORGNI dottor GIUSEPPE ANTONIO, cav. del Regio Ordine Sardo de' SS. Maurizio e Lazzaro, Professore emerito di matematica applicata nell'I. R. Università di Pavia.

(*Nom.* 13 luglio 1844. — *Pens.* 31 maggio 1850.)

LOMBARDINI ingegnere ELIA, cav. di terza classe dell'Ordine Imperiale Austriaco della Corona di ferro, I. R. Direttore delle pubbliche costruzioni in Lombardia, Socio onorario dell'I. R. Accademia di belle arti in Milano, ecc.

CERIONI nobile dottor GIULIO, anzidetto.

(*Nom. S. C.* 3 marzo 1844, — *M. E.* 19 apr. 1848, — *Pens.* 31 maggio 1850.)

VELADINI ingegnere GIOVANNI, anzidetto.

(*Nom.* 13 luglio 1844. — *Pens.* 12 ottobre 1854.)

ROSSI dottor FRANCESCO, anzidetto.

VITTADINI dottor CARLO, Medico-chirurgo degli esposti, Membro di varie Accademie nazionali e straniere.

(*Nom. S. C.* 19 dic. 1844, — *M. E.* 12 ott. 1854, — *Pens.* 11 febr. 1856.)

MAGRINI dottor LUIGI, Professore di fisica nell'I. R. Ginnasio-Liciale di Porta Nuova in Milano, Membro di varie Accademie.

(*Nom. S. C.* 19 dic. 1844, — *M. E.* 19 apr. 1848, — *Pens.* 11 febr. 1856.)

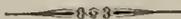
VERGA dottor ANDREA, anzidetto.

(*Nom. S. C.* 19 dic. 1844, — *M. E.* 25 apr. 1846, — *Pens.* 11 febr. 1856.)

GIANELLI dottor GIUSEPPE LUIGI, I. R. Consigliere di Governo, Professore emerito di medicina legale e polizia medica, Membro di varie Accademie nazionali e straniere.

(*Nom. S. C. 19 dic. 1844, — M. E. 12 ott. 1854, — Pens. 11 febr. 1856.*)

POLLI dottor GIOVANNI, Professore di chimica nell'I. R. Scuola Reale Superiore,
Membro di varie Accademie nazionali e straniere.



MEMBRI EFFETTIVI NON PENSIONATI.

(*Nom. 26 settembre 1840.*)

GHERARDINI dottor GIOVANNI.

(*Nom. S. C. 19 dicembre 1844, — M. E. 22 settembre 1846.*)

PORTA dottor LUIGI, Professore ordinario di clinica chirurgia e di terapia speciale nell'I. R. Università di Pavia, ecc.

(*Nom. 15 giugno 1847.*)

JAN GIORGIO, cav. dell'Ordine Costantiniano di S. Giorgio di Parma, Direttore del Museo civico di storia naturale in Milano, Professore emerito di botanica nella Ducale Università di Parma.

(*Nom. 12 ottobre 1854.*)

MAINARDI dottor GASPARE, Professore ordinario di matematica pura sublime nell'I. R. Università di Pavia, Membro di varie Accademie nazionali e straniere.

(*Nom. S. C. 3 marzo 1841, — M. E. 12 ottobre 1854.*)

CATTANEO dottor FRANCESCO, Professore d'architettura civile e stradale nell'I. R. Università di Pavia.

(*Nom. 12 ottobre 1854.*)

GAROVAGLIO dottor SANTO, Professore ordinario nell'I. R. Università di Pavia, Membro di varie Accademie scientifiche.

(*Nom. S. C. 19 dicembre 1844, — M. E. 12 ottobre 1854.*)

STRAMBIO dottor GIOVANNI, Medico municipale, Membro di varie Accademie.

BIONDELLI dottor BERNARDINO, Direttore dell'I. R. Gabinetto Numismatico, Professore d'archeologia e numismatica, Consigliere straordinario dell'I. R. Acca-

demia di belle arti in Milano, Membro di varie Accademie nazionali e straniere.

(*Nom. S. C. 25 agosto 1853, — M. E. 12 ottobre 1854.*)

CODAZZA dottor GIOVANNI, Professore ordinario di geometria descrittiva nell'I. R. Università di Pavia, Socio corrispondente della R. Accademia delle scienze di Torino.

(*Nom. S. C. 3 marzo 1841, — M. E. 11 febbrajo 1856.*)

POSSENTI ingegnere CARLO.

(*Nom. S. C. 17 agosto 1854, — M. E. 11 febbrajo 1856.*)

CANTÙ cav. CESARE, Membro di varie Accademie.

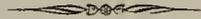
CHIOZZA LUIGI, Professore di chimica tecnica presso la Società d'Incoraggiamento d'arti e mestieri in Milano.

(*Nom. S. C. 25 agosto 1853, — M. E. 11 febbrajo 1856.*)

CORNALIA dottor EMILIO, Direttore aggiunto presso il Museo civico di Storia naturale, Membro di varie Accademie, in Milano.

(*Nom. 11 febbrajo 1856.*)

GORI dottor PIETRO, I. R. Consigliere aulico.



SOCI CORRISPONDENTI IN LOMBARDIA.

(*Nom. 3 marzo 1841.*)

CENEDELLA dottor ATTILIO, Chimico-farmacista dell'Ospedale maggiore di Brescia.

PEZZA ROSSA sacerdote GIUSEPPE, Professore nel Seminario Vescovile di Mantova.

ARRIVABENE ingegnere ANTONIO, in Mantova.

COSSA nobile dottor GIUSEPPE, primo Sotto-bibliotecario dell'I. R. Biblioteca di Brera,

Professore di paleografia e diplomatica, Membro di varie Accademie, in Milano.

TURRONI GIROLAMO, Professore ordinario di storia universale ed austriaca, ecc. nell'I. R. Università di Pavia.

PLANTANIDA dottor CARLO, già Direttore dell'Ospitale maggiore e LL. PP. uniti di Milano, Membro di varie Accademie, ecc., in Milano.

GEROMINI dottor FELICE, Direttore dell'Ospedale maggiore di Cremona.

(Nom. 19 dicembre 1844.)

DE BILLI dottor FELICE, nobile di Sandorno, cav. dell'Ordine Pontificio di S. Gregorio Magno, Professore ord. presso l'I. R. Scuola d'ostetricia, Membro di varie Accademie scientifiche, in Milano.

CESATI barone VINCENZO, Membro di varie Accademie, ecc.

COLOMBANI ingegnere FRANCESCO.

KRENTZLIN nobile GALEAZZO, emerito Aggiunto per le acque presso l'I. R. Direzione Lombarda delle pubbliche costruzioni, in Milano.

RESTELLI avvocato FRANCESCO, in Milano.

RUSCA conte LUIGI, I. R. Consigliere di Governo, Membro di varie Accademie, in Milano.

(Nom. 25 agosto 1853.)

CAVALLERI padre GIOVANNI MARIA, Professore di fisica nel Collegio de' Barnabiti, in Modza.

BISSEDI dottore GIOVANNI MARIA, I. R. Consigliere di Luogotenenza, Professore emerito, Bibliotecario presso l'I. R. Università di Pavia, e Direttore della Facoltà filosofica presso l'Università medesima.

MAGGI dottor PIETRO GIUSEPPE, in Milano.

(Nom. 17 agosto 1854.)

SACCHI dottor GIUSEPPE, decorato della medaglia d'oro del Merito Civile, Segretario dell'I. R. Ispettorato delle Scuole Elementari, ecc., in Milano.

CASTIGLIONI dottor CESARE, Direttore dell'Ospedale de' pazzi alla Senavra, Membro di varie Accademie, in Milano.

DUBINI dottore ANGELO, Membro di varie Accademie, in Milano.

HAECK dottor CAMILLO, Professore ordinario di fisica e meccanica nell'I. R. Ginnasio-Liciale di S. Alessandro in Milano.

(Nom. 26 luglio 1855.)

BRIOSCHI FRANCESCO, dottore in Matematica, Professore Ordinario di Matematica applicata nell'I. R. Università di Pavia.

TATTI ingegnere LUIGI, in Milano.

STRAMBIO dottore GAETANO, in Milano.

CORVINI dottore LORENZO, Ripetitore presso l'I. R. Istituto Veterinario di Milano.

BIFFI dottore SERAFINO, Direttore del privato manicomio *Villa Antonini*, in Milano.

MORA dottore ANTONIO, Vicesegretario della Camera di Commercio e d'Industria della Provincia di Milano.

SOCJ CORRISPONDENTI FUORI DI LOMBARDIA.

ALESSANDRINI dottor ANTONIO, Professore di anatomia comparata nella pontificia Università di Bologna. - Bologna.

AMICI cav. GIAMBATTISTA, Professore d'astronomia nell'I. R. Museo di storia naturale in Firenze. - Firenze.

BERGHAUS professore ENRICO. - Gotha.

BERTOLONI cav. ANTONIO, Professore di botanica nella pontificia Università di Bologna. - Bologna.

BIOT cav. Professore GIOVANNI BATTISTA. - Parigi.

BONAPARTE CARLO LUCIANO, principe di Canino e di Musignano. - Parigi.

BUFALINI cav. MAURIZIO, Professore di clinica medica nell'I. R. Arcispedale di Santa Maria Nuova a Firenze. - Firenze.

CAUCHY AGOSTINO, Matematico. - Parigi.

DE BEAUMONT ELIA, Professore di geologia, Segretario perpetuo dell'Imperiale Accademia delle scienze dell'Istituto di Parigi, ecc. - Parigi.

DE FILIPPI cav. FILIPPO, Professore di Storia naturale a Torino. - Torino.

DE LA RIVE AUGUSTO, Professore di fisica nell'Accademia di Ginevra. - Ginevra.

DE NOTARIS cav. GIUSEPPE, Professore di botanica nella R. Università di Genova. - Genova.

FARADAY MICHELE, Professore di clinica, Membro della Società Reale di Londra, ecc. - Londra.

FERRERO DELLA MARMORA conte ALBERTO, Maggiore-generale, Comandante la R. Scuola di marina, ecc. — Genova.

FLOURENS PIETRO MARIA GIOVANNI, Fisiologo. - Parigi.

FUSS PAOLO ENRICO, Segretario dell'Accademia delle Scienze di Pietroburgo. - Pietroburgo.

GALLO VINCENZO, Professore di nautica a Trieste. - Trieste.

GAZZERA abate cav. COSTANZO, Professore di filosofia, Segretario della R. Accademia delle scienze di Torino. - Torino.

GIORGINI cav. GAETANO, Soprintendente agli studj del Granducato di Toscana, Professore onorario e Provveditore generale dell'I. R. Università di Pisa, ecc. - Pisa.

HARDINGER cav. GUGLIELMO, Direttore dell'I. R. Istituto geologico di Vienna, ecc. - Vienna.

HENRY GIUSEPPE, Segretario della Società Smithsonian a Washington. - Washington.

HUMBOLDT barone ALESSANDRO. - Berlino.

JACORI cav. M. H. - Pietroburgo.

KREIL CARLO, Direttore dell'I. R. Istituto centrale di meteorologia e magnetismo in Vienna, ecc. - Vienna.

LE VERRIER URBANO GIO. GIUSEPPE, Astronomo a Parigi. - Parigi.

LIEBIG professore GIUSTO. - Monaco.

MARIANINI cav. STEFANO, Professore di fisica nella Ducale Università di Modena, Presidente della Società Italiana delle scienze, ecc. - Modena.

MATTEUCCI cav. CARLO, Professore di fisica nell'I. R. Università di Pisa, ecc. - Pisa.

MAZZAROSA marchese ANTONIO, Direttore della pubblica istruzione nel Ducato di Lucca, ecc. - Lucca.

MEDICI dottor MICHELE, Professore di fisiologia nella pontificia Università di Bologna, ecc. - Bologna.

MIGNET M., Segretario dell'Imperiale Accademia delle scienze morali a Parigi, ecc. - Parigi.

MORIS cav. GIUSEPPE GIACINTO, Professore di materia medica e botanica nella R. Università di Torino. — Torino.

- MOSSOTTI cav. OTTAVIANO FABRIZIO, Professore di fisica e meccanica celeste nell'I. R. Università di Pisa. - Pisa.
- ORIOLI professore FRANCESCO. - Roma.
- PANIZZI ANTONIO, Bibliotecario del R. Museo Britannico a Londra, ecc. - Londra.
- PARETO marchese LORENZO. - Genova.
- PEZZANA commendatore ANGELO, Bibliotecario della Ducale Biblioteca di Parma, ecc. - Parma.
- PLANA commendatore GIOVANNI, Professore d'analisi nella R. Università di Torino, ecc. - Torino.
- PROMIS CARLO, Regio Archeologo, Professore di architettura civile nella R. Università di Torino. - Torino.
- PUCCINOTTI FRANCESCO, Professore di medicina a Pisa. - Pisa.
- QUETELET ADOLFO, Direttore dell'Osservatorio astronomico e Segretario della R. Accademia delle scienze ecc. di Bruxelles. - Bruxelles.
- RAUMER FEDERICO, Professore di scienze storico-filosofiche nella R. Università di Berlino, ecc. — Berlino.
- REGNAULT ENRICO VITTORE, Fisico a Parigi. - Parigi.
- REPETTI EMANUELE, Bibliotecario e Socio ordinario dell'I. R. Accademia dei Georgofili di Firenze, ecc. - Firenze.
- RIDOLFI marchese COSIMO, Professore di agraria e pastorizia nell'I. R. Università di Pisa, ecc. - Pisa.
- RITTER CARLO, Geografo. - Berlino.
- SCHRÖTTER ANTONIO, Professore di chimica, Segretario dell'Accademia Imperiale delle Scienze di Vienna. - Vienna.
- SECCHI Padre ANGELICO della C. di G., Astronomo. - Roma.
- SELYS DE LONGCHAMPS EDMONDO. - Liegi.
- SERRA DI FALCO duca don DOMENICO. - Palermo.

SISMONDA cav. ANGELO, Professore di mineralogia, e Direttore del Museo mineralogico della Regia Università di Torino, ecc. - Torino.

SPINOLA marchese MASSIMILIANO. - Genova.

STUDER BERNARDO, Professore di geologia nell'Università di Berna. - Berna.

TADDEI GIOACHINO, Chimico a Firenze. - Firenze.

WHEATSTONE CARLO, Fisico. - Londra.



MORTI

DOPO LA PUBBLICAZIONE DEL PRECEDENTE VOLUME.

7 di giugno 1856.

Monti sacerdote Pietro, socio corrispondente residente in Lombardia.

11 di luglio 1856.

Avogadro di Quaregna conte Amedeo, socio corrispondente residente fuori di Lombardia.



REGISTRO DELLE TAVOLE

CORNALIA. — <i>Monografia del Bombice del gelso</i>	Tavole 15.	Pag. 388
MAINARDI. — <i>Note che riguardano alcuni argomenti della meccanica razionale ed applicata</i>	Tavola 1.	» 539
DE CRISTOFORIS. — <i>Proposta di più spediti metodi di votazione pe' Corpi collegiali</i>	Tavola 4.	» 547

MEMORIE

MONOGRAFIA DEL BOMBICE DEL GELSO

(*BOMBYX MORI* LINNEO)

DI

EMILIO CORNALIA

MEMORIA CORONATA DEL PREMIO FERMO SECCO COMENEO
DALL'I. R. ISTITUTO LOMBARDO DI SCIENZE, LETTERE ED ARTI (*)

(CON XV TAVOLE DISEGNATE DALL'AUTORE.)

PARTE PRIMA

NOTIZIE PRELIMINARI

*Natura maxime miranda in minimis.
— Il campo era immenso.*

CAPO I.

CENNI STORICI.

Nessuna storia di insetto è così interessante quanto quella del bombice del gelso di cui impendo a parlare, narrando le sue vicende, la sua struttura ed i molteplici atti della sua vita. L'industria cui dà origine il suo prezioso prodotto si è fatta ormai così gigantesca, che in questi ultimi anni quasi tutti, si può dire, i popoli della terra vi prendono parte, e la riconoscono come una fonte inesauribile di benessere e di agiatezza. Ecco il perchè lo studio del baco fu il campo su cui s'esercitarono sovente tanti nobili ingegni e tanti animi generosi, l'arena su cui brillò l'acume degli osservatori, e non di rado anche il genio d'illustri poeti.

(*) Pel Programma e relativo giudizio, vedi Giornale del suddetto I. R. Istituto. Vol. IV. fascicolo 24.°, e Vol. VI. fascicoli 31.° e 32.°

Ma col moltiplicarsi dell'allevamento del baco da seta si fecero più numerose e più formidabili anche le cause della sua distruzione; ed ancora adesso le malattie di cui è vittima, spaventano e tengono in continua agitazione i solerti suoi coltivatori. Ecco il bisogno di nuovi studii: *creare le cause e gli effetti di queste malattie, cercarne i rimedii*. Ad onta di tali bisogni l'organizzazione del baco, dalla cui perfetta cognizione solo potranno fluire i corollari atti a diradare l'oscurità che regna intorno a questi flagelli e ai loro rimedii, è poco conosciuta; e brevi e staccati passi si fecero su quest'argomento, oltre quanto l'occhio perspicacissimo del grande Malpighi ci fece conoscere da più di un secolo. Tuttavia i nomi di Alessandrini, di De Filippi, di C. Bassi, di G. Balsamo-Crivelli, di Vittadini, di Guerin-Méneville, di Robinet, ec., non andranno mai disgiunti dalla storia scientifica del baco da seta.

Ecco i motivi pei quali l'I. R. Istituto Lombardo determinò di proporre all'attività ed alla perspicacia degli anatomici lo studio dell'organismo del baco da seta, cioè la conoscenza anatomica, fisiologica e patologica del prezioso insetto durante i diversi stadii della sua vita, considerandolo esclusivamente dal lato scientifico. Questo primo passo era necessario a farsi onde raggiungere la meta desiderata.



Quando il baco da seta abbia incominciato ad esser coltivato, come lo fosse, in qual paese pel primo, sta ancora avvolto nel bujo de'tempi. Invano intorno siffatto argomento si consultano gli annali de' popoli più antichi e di quelli stessi presso i quali sembra essere stata la culla della serica industria.

Tuttavia egli è seguendo le tradizioni ancora viventi nel Celeste Impero che si può rimontare a maggior serie di secoli, e trovar ben lontano la traccia della coltura del baco, più lungi che presso qualsiasi altro popolo della terra.

(2600 an. av. G. C.) — Nei libri di Confucio (1) si trova fatta la prima menzione del baco, e questa si riferisce ad un'antica tradizione già a' suoi tempi esistente e che narra come fosse la moglie dell'imperatore Ho-ang-ti, donna ed imperatrice d'animo amorevole, la quale per la prima insegnasse l'arte di



(1) Confucio raccolse i famosi libri King che costituiscono il più antico monumento della storia cinese. In un capitolo d'uno di essi, intitolato *Chou-Kong*, il quale fa parte del libro di Chou-King, ossia degli *Annali delle prime quattro dinastie*, si trova il racconto dell'imperatore Ho-ang-ti o, secondo altri, Lori-Tsee.

Questo *Chou-King*, più antico dei libri mosaici, fu tradotto in francese nel 1770 da Gaubil.

educare il baco, e ciò 2600 anni avanti Cristo. La memoria di questa benefica donna è venerata in quel misterioso paese; il suo spirito s'aggira ancora frammezzo ai gelseti; ed a lei, collocata tra le amiche e pacifiche divinità, s'ardono incensi, e il suo nome s'invoça nel primo dì in cui con gran pompa s'apre la stagione delle fatiche campestri e della coltivazione de' bachi.

Quell'ottima regina, ci vien narrato, coltivò il baco nel proprio palazzo e diede così il più splendido esempio alle donne chinesi, esempio che volle imitato dalla più misera ancella del pari che dalla dama che le sedeva più presso al trono.

Si-ling-ki fu il nome della benefica imperatrice di cui parlano le tradizioni chinesi, la quale visse 600 anni avanti Abramo; essa persuase al marito di mettersi alla testa di tanta impresa, essa che aveva prima già insegnato a' suoi popoli l'arte di costruir carri, navi e mulini.

L'esempio di questa donna fu seguito da altre imperatrici, tra cui si distinse la moglie dell'Augusto cinese, Yao, che visse 2343 anni av. G. C.; e l'allevamento dei bachi fu sempre tra le predilette occupazioni delle imperatrici della China; per cui con tanto esempio non tardò quell'industria a diffondersi tra il popolo ed a divenire di utilità nazionale. Quelle donne regali insegnarono ancora a trarre dal bozzolo la seta e a tesserla; e tanto favore concesso a questa materia fece sì che, salita in gran prezzo, valesse a distinguere le classi agiate e potenti da quelle del popolo che vestivano cotone e lana.

Qui mi cade di accennare che le donne ebbero sempre presso tutti i popoli in particolar cura il prezioso insetto; esse, tenere e pietose del benessere del baco, vi si dedicarono di preferenza, prestando alla sua nascita ed al suo allevamento le loro più sollecite cure. — Infatti nella China sono le donne che attendono particolarmente ad una tale coltura, ed esse debbono prima essere purificate e portar lieti segnali. Una puerpera, per esempio, non può attendere a tale lavoro avanti il trentesimo giorno dal parto. Il bevone non deve dar pasti alle preziose larve, ed ogni gentaglia è obbligata a starsene discosta da esse; la quiete deve circondare la loro abitazione, ove non debbono entrare nè lagrime nè grida; è inoltre prescritto dover la luce essere moderata, ed appena bastante a chi le cura per distinguere se sono nella veglia o nel sonno.

Tutti questi precetti, i quali datano da epoca così remota, ci fanno accorti quanto il baco fosse conosciuto dai Chinesi e tenuto in pregio, ad onta che molti errori e superstizioni si nutrissero intorno ad esso. Non minori pur troppo ne esistono forse ancora tra i creduli ed ignoranti abitatori delle nostre campagne! Tra questi precetti troviamo già che, mentre si deve concedere poca luce al baco, pure la luce aguzza loro l'appetito; e l'esperienza dimostrò dopo che

la luce è stimolo necessario e l'insetto ne va in traccia appena vien coperto dalla foglia, confermandosi l'osservazione che nello stato naturale egli sta sempre sulla pagina superiore di questa, e non si porta sull'inferiore che quando piove od imperversa la bufera.

I Chinesi chiamano *Tsüu* il verme da seta (1).

(1262 av. G. C.) — La celebre spedizione degli Argonauti guidata da Giasone (sotto la quale sono adombrati i primi sforzi di un popolo eminentemente commerciante e navigatore), che ebbe di mira la conquista del Vello d'oro, pare, secondo i più, che tendesse al commercio della seta greggia, il cui colore rassomiglia all'oro, e che producevasi al Giappone e nella Colchide, ove lo sposo di Medea ebbe a conquistarla. — Già in quei remotissimi tempi gli Indiani ritraevano la loro importanza commerciale dalla fabbricazione delle stoffe di seta e i Fenici si procuravano il prezioso filo già lavorato, oppure greggio, per rivenderlo agli altri popoli. — Le Indie, cui la natura fornisce tanta abbondanza di preziose cose, furono la meta del maggior commercio in quelle epoche remote. Le

(1) Questa parola di *Tsün* è rappresentata da un segno composto (Fig. 1.^a); il quale risulta dalla ripetizione del segno (Fig. 2.^a), che si legge *Tschüng*, e che significa *rettile*, *verme*, a cui i Chinesi sovrappongono altri segni (Fig. 3.^a) per ispecializzare il verme da seta.

Fig. 1.^a 

Fig. 2.^a 

Fig. 3.^a 

A questo proposito viene in acconcio di far osservare ai lettori siffatto modo particolare di denominare le specie animali, nel quale si può riscontrare, graficamente esposto, quanto s'usa ora dai zoologi per indicare le varie specie; modo introdotto nella scienza dal grande Linneo. Secondo la nomenclatura linneana infatti ogni specie è indicata con un nome *generico* e con un nome *specifico*: come ne è un esempio l'appellazione di *Bombyx mori*. Mentre i Chinesi hanno una parola monosillaba per indicare il baco da seta, pure la scrivono con due segni: uno generico (*Tschüng*, verme), a cui aggiungono un segno particolare per indicare che si tratta del verme che produce la seta. Così si dica d'altri nomi di animali: per scrivere, per es., il nome della volpe essi sovrappongono al segno che indica *cane*, un altro che specializza la volpe. Per tal modo dal segno si conosce che la volpe è una specie di cane (*canis vulpes*, Linn.). Questa ingegnosa e filosofica maniera (recentemente messa in bella evidenza e con molta erudizione dal nostro dotto orientalista sig. Pietro Giuseppe Maggi in una lettura fatta all'I. R. Istituto Lombardo nell'adunanza del giorno 8 febbrajo 1855) mostra quanto i Chinesi già da tempo antichissimo conoscessero il baco e come ne conoscessero ancora i rapporti zoologici. Nella bella introduzione del signor J. Geoffroy Saint-Hilaire alla sua opera da non molto pubblicata, cui è titolo: *Histoire naturelle générale des règnes organiques*, il chiarissimo autore annunziò quest'osservazione, che, mi pare, gli doveva riuscire importante in quel libro che tratta della storia della scienza.

nazioni tutte colà si portavano onde ottenerne i rari prodotti, e vi continuarono un tal commercio, fattovi quasi esclusivamente da popoli stranieri, anche allorchando gli Indiani ammoliti dal lusso cessarono dalla fatica e dall'industria.

Là, in quelle favorite contrade, patria prediletta delle perle e delle gemme, sorgeva allora l'altera Babilonia, la città più ricca che, al dir delle sacre carte, allora esistesse. Posta a un tempo sull'Eufrate e sul Tigri, poteva essa spingere fino ai porti dell'Arabia, tra gli altri prodotti, anche la seta, che erale fornita dagli abitanti dell'interno del suo territorio. Le carovane si portavano in quel gran centro di ricchezza recandovi gli svariati loro prodotti per acquistarvi la seta, che altri popoli poi, per mezzo del mare, diffondevano sulle coste del Golfo Persico e nella Grecia e nell'Oriente fino a Yemen e Ceylan (1).

Gli Arabi e i Fenici succedettero ai Babilonesi e in breve divennero i popoli più commercianti dell'antichità. Sulle prime essi si limitavano a smerciare i prodotti della loro industria, i vetri e la porpora: ma, fatta estesa la loro navigazione, ottennero che i loro porti divenissero lo scalo e il centro di tutto il commercio che si faceva dall'Oriente verso l'Occidente. I vini dell'Egitto, i grani della Palestina, le lane, i profumi, l'oro, le gemme dell'Arabia e la seta erano le materie del loro commercio.

Agli Ebrei non fu ignota la seta, e molti passi dell'antico Testamento lo provano: sebbene non fosse da essi conosciuto l'animaletto che la produceva, pure usavano del biondo suo filo. In più luoghi del libro di Ezechiele si parla della seta, ora sotto questo nome, ora sotto quello della *stoffa color dell'oro* o della *stoffa jaeintina*. Dal che si rileva che non tingevano il serico filo, ma lo adoperavano quale è apprestato dal baco. Nel Capo XVI, ai versetti 10 e 13. se ne parla, come pure nel Capo XXVII, al versetto 16: « Syrus negotiator tuus » propter multitudinem operum tuorum, gemmam, et purpuram, et sentulata, et byssum, et sericum et chodehod proposuerunt in mercatu tuo. »

Brannius però, che volse i suoi studii a tale argomento e discusse sulle foglie e sulle materie che vestivano gli Ebrei, pensa che fosse loro ignota la seta.

Nei libri di Mosè tuttavia si ponno trovare delle espressioni da cui dedurre che le seriche stoffe erano conosciute ed adoperate. — Il Capo XXVI dell'Esodo incomincia: « Tabernaculum vero ita facies: Decem cortinas de bysso retorta. » et hyacintho, ac purpura, coecoque bis tincto, variatas opere plumario facies. »

Altri vorrebbero nel mito di Piramo e Tisbe ritrovare una poetica allegoria del bombyce del gelso.

(1) Rottéck's *Weltgeschichte*. Braunschweig. 1848, t. Band, p. 254.

Frattanto che Baetra e Marcanda da un lato, e Babilonia dall'altro vedevano declinare la loro prosperità, sorgevano i Greci, popolo vivo di novella forza e a cui era riserbato di invadere tutto il mondo incivilito d'allora e di aprir nuove vie al commercio ed alle ricchezze.

(400 av. G. C.) — Nè Erodoto, nè qualsiasi greco scrittore ricorda espressamente il baco da seta.

(336 av. G. C.) — La stella d'Alessandro cominciava a risplendere: ed Alessandria, che da lui prese nome, s'innalzava a Sidone ed a Babilonia, l'industria delle cui donne è cantata da Omero. Il prezzo della seta era immenso e i Greci la scambiavano con quanto oro ella pesava (*ισοχρυσον*). Se non che a quest'epoca pare che si venisse a conoscere anche l'origine della seta che fino allora non credevasi prodotta da un insetto, ma esser frutto d'una incognita pianta.

Aristotile, questo grand'astro dell'antichità, che irradiò la sua luce su tutte le scienze, pare che abbia conosciuto l'insetto della seta. Esso gli sarebbe stato arrecato da quelle migliaia di persone che il grande e vittorioso suo discepolo aveva messo a sua disposizione perchè si procacciassero tutti i più preziosi prodotti della natura (1).

Nel passo però della *Storia degli animali* che si riferirebbe al baco da seta vi sono delle particolarità che pare non s'accordino colla forma e coi costumi di esso; ed anzi alcuni, considerando quanto preciso fosse sempre Aristotile nelle sue descrizioni, non vorrebbero in quelle parole riconoscere la larva dell'esotico insetto. Ecco quanto dice Aristotile in proposito:

Εκ δὲ τινος σκόληκος μεγάλου, ὅς ἐχει ὅσον κέρατα, καὶ διαφέρει τῶν ἄλλων, γίνεται δὲ πρῶτον μὲν, μεταβάλλοντος τοῦ σκόληκος, κάμπη, ἔπειτα βομβύλιος, ἢ δὲ τούτου, νεκύδαλος ἢ ἔξ δὲ μεσὶ μεταβάλλει ταύτας τὰς μορφὰς πάσας. Εκ δὲ τούτου τοῦ ζώου καὶ τὰ βομβύλια ἀνάλουσι τῶν γυναικῶν τινες ἀναπηνητοῦμεναι, καὶ ἔπειτα ὑφανουσι. Πρῶτη δὲ λέγεται ὑφᾶναι ἢ Κῶ, Παμφίλη Ακτῶου Ουγάτηρ (2). — Di questo passo ecco la traduzione latina « Verme autem quodam magno;

(1) Le risorse che Alessandro mise a disposizione del suo maestro per compilare la sua *Storia degli animali* sono incredibili. Oltre le migliaia di persone che erano al suo servizio, esso spese circa 3 milioni della nostra moneta onde raccogliere i materiali. Questi mezzi sono certamente immensi, ma furono anche in un modo sorprendente adoperati dal genio di quel grande filosofo. La *Storia degli animali* e tutte le altre numerose opere che Aristotile compose sopra i rami più svariati dello scibile umano, ne fanno il più grande naturalista che fino ad ora sia vissuto, e lo splendore massimo dell'epoca e della nazione cui appartenne.

Su ciò si consulti l'opera di Cuvier et Magdaleine de Saint-Agy: *Histoire des sciences naturelles*, etc. Paris, 1841, 4 vol.

(2) Aristoteles. Περὶ ζῴων ἱστορίας. το Ε., n. XIX.

» qui tamquam cornua habet et ab aliis differt, mutato primum fit eruca,
 » dein bombylius, ex eo necydalus. Sex menses has omnes formas mutat.
 » Ex hoc animali bombycina mulieres quaedam exiolum deglomerantes, atque
 » inde textunt, cujus rei auctorum fuerunt extitisse in Co insula Pamphiliam
 » Latous filiam. »

Nella traduzione latina d'Aristotile, pubblicatasi a Venezia nel 1600, trovasi egualmente inserito questo passo; ma invece di *tamquam cornua*, vi si legge: *tamquam gemina cornua*.

Camus nella traduzione di questo passo così si esprime (1): « Il existe un certain grand vers qui a comme des cornes et qui est différent des autres. Sa première métamorphose produit une chenille, qui devient *bombyle*, et se change ensuite en *necydale*. Il subit ces différentes métamorphoses dans l'espace de six mois. Quelques femmes en tirent une soie qu'elles développent en dévidant, et dont on fait ensuite des étoffes. On attribue cette invention à Pamphyle, fille de Latous, habitant de l'île de Cos » (Vol. I, pag. 289).

(60 av. G. C.) — Strabone per la prima volta, dopo un lungo lasso di tempo, cita il nome della seta, quindi ben molto dopo Erodoto. Plinio pare aver preso dal grande Stagirita quanto si riferisce al baco da seta, e ci riproduce quel passo, dopo averlo infiorato delle sue immaginose invenzioni, tal poco ampliato; ma tale amplificazione è dessa originata da nuove sue osservazioni, oppure è un parto della sua immaginazione pur troppo sovente sbrigliata? (Plinio fa nascere le farfalle del bombice nell'isola di Co.)

Ecco il passo del naturalista latino ove parla del baco e della citazione d'Aristotile.

« Ex grandiore vermiculo, gemina protendente sui generis cornua, primum eruca fit; deinde quod vocatur bombylius, ex eo necydalus, ex hoc in sex mensibus bombyx. Telas araneorum modo texunt, ad vestem luxumque feminarum quæ bombycina appellatur..... Describit bombycum verum qui principio eruca, mox chrysalys, tum papilio. »

Da questa citazione del naturalista latino si vuole dai più che Aristotile conoscesse il baco da seta. Le corna di cui disse armato l'insetto si debbono ritenere per le antenne; ed i quattro stadii ponno facilmente ridursi a tre, se dello stato di larva giovane, come ora s'usa fare, e di quello di larva adulta se ne fa uno solo. Tuttavia a tale credenza osterebbe il tempo descritto come necessario per le metamorfosi, e che sarebbe di sei mesi. A me pare che

(1) *Histoire des animaux d'Aristote, avec la traduction française par M. Camus*. Paris, 1783. 2 vol., in 4.º

un'osservazione tanto precisa sulle labbra d'Aristotile abbia un grande valore, e che la descrizione sua abbia a riferirsi a qualche altro insetto setifero, di cui abbondano le Indie che esso illustrava, ed il quale compisca in sei mesi le proprie metamorfosi.

Avanti l'era volgare non trovasi fatta altra menzione del baco da seta.

Nel nuovo Testamento l'uso della seta è indubbiamente ricordato, ed il rapito evangelista di Patmos ci rammenta la seta tra le cose di lusso che, come l'altre tutte, dovrà cadere di prezzo (1).

Galeno suggerisce assai saggiamente i fili di seta per legare i vasi nelle operazioni chirurgiche.

Presso i Romani delle prime epoche di Roma nulla troviamo in proposito; esclusivamente guerrieri ne' primi tempi, non favorirono il commercio; chè anzi la legge Claudia proibiva ai patrizj di commerciare. Furono i popoli vinti che tentarono dapprima il commercio colle varie nazioni e che ne persero l'esempio agli stessi vincitori. Allora cominciarono a vedersi in Roma i tappeti di Babilonia, le pellicce della Scizia e l'ambra produttrice di grati profumi, dono dei mari del Settentrione; allora per le vie della città per eccellenza si videro offerti al compratore e l'avorio dell'Etiopia e i balsami dell'Arabia e dell'India, da dove pure venivano e gemme e perle e la seta nominata fra le cose le più preziose. In quell'epoca si riprodussero le spedizioni nei paesi lontani, dai quali insieme coll'oro anche la seta si avviava in Europa.

(155 dopo G. C.) — Secondo Dione Cassio, G. Cesare avrebbe, al suo ritorno dall'Egitto, difeso dalla sferza del sole gli spettatori del circo mediante seriche tende; della quale prodigialità essendosi alcuni militi lamentati, il vincitore delle Gallie li fece tacere col condannarli a morte (Cap. XLIII). Altrove lo stesso autore ci racconta che nel 16.º anno di nostr'era fu vietato agli uomini di vestir seta (Cap. LVII). Sotto Tiberio tanto agli uomini che alle donne fu concesso portare seriche vesti, ma solo a quelli di più alto grado; e tanto ne crebbe la mania, che il loro prezzo si fece enorme e divennero il segno del maggior lusso. — Caligola ed Eliogabalo portarono in pubblico un mantello di seta.

Lucio Anneo Floro, il parente di Seneca e di Luciano, racconta nella sua *Epitome rerum romanarum* (Lib. IV, c. 12), che comparvero a Roma degli inviati de' Seri per presentarsi ad Augusto e sollecitarne l'amicizia. Da costoro si seppe con precisione che la seta veniva dai Seri (Serica: China).

Varrone, Tibullo, Propertio, Orazio, Seneca, Giovenale ed altri scrittori latini parlano della seta e delle spese enormi che sopportavano i damerini romani per vestirsene, fonte di continua corruzione pel popolo. Ma la satira ebbe

(1) B. *Johannis Apocytipsis*, Cap. XVIII, vers. 12.

spintate le proprie armi contro le tendenze del secolo, nè valse a diminuire il lusso o il prezzo della seta, che si contrapponeva sulla bilancia ad altrettanto oro.

(160-161 dopo G. C.) — L'imperatore Marco Aurelio mandò nella China una commissione incaricata di attivare direttamente il commercio fra quel paese e Roma, lasciando da un lato i Persi che colle loro carovane facevano il commercio di transito. Ma tali inviati non raggiunsero lo scopo loro, e dell'infruttuosa missione parlano gli annuarii chinesi Ma-tuan-lin e Ven-kian-hing-klao: delle quali fallite pratiche fu effetto che in Roma il prezzo della seta non scemasse, sebbene, al dir di Campiduo, già sotto l'imperatore Eliogabalo se ne fosse diminuito un poco l'uso. Questo tiranno, che spregeva enormi tesori, vestiva spesso abiti di seta; al quale esempio di smoderato lusso la storia contrappone l'altro riferito da Flavio Vopisco (1), che ci narra aver saputo l'imperatore Aureliano resistere alle preghiere di sua moglie negandole un abito di seta.

Ad onta dell'alto prezzo, in forza delle pregiate sue qualità la seta andò sempre acquistando in estimazione. A quest'epoca romana, alcune città dell'Alta Italia e delle vicine terre germaniche divennero lo scalo delle merci preziose provenienti dall'India, e gli imperatori romani avevano in esse stabiliti degli agenti onde sceglieressero pel loro abbigliamento le migliori che di là passavano. Così nell'Illirio essi crearono un Conte pel commercio (*Comes commerciorum per Illyricum*), come narra il Muchar nella sua *Storia della Marca Stiriana*, incaricato di scegliere per l'imperiale abbigliamento la seta, la porpora, le lane, le gemme che più potevano tornare adattate.

(360 dopo G. C.) — Lo storico Ammiano Marcellino, antiochese, è il primo che trattando del commercio serico coi Chinesi, sia entrato in qualche minuto ragguaglio intorno a questo popolo singolare. Egli ci narra che i Seri sono un popolo felice e gaudente della propria felicità, che non vuole relazione coi forestieri; sicchè quando i mercanti si recano alle sue frontiere onde averne seta, sia greggia sia lavorata, od altri prodotti, fanno i loro contratti senza dire una parola, e così i compratori se ne ripartono senza poter penetrare cosa alcuna intorno alla serica manifattura (2).

Da ciò risulta che i Chinesi custodivano con grande cura tale industria, e che concedevano la loro seta solo ai popoli amici; era poi decretata la pena di morte per chi esportasse le uova, o il baco del bombice.

(1) Flavii Vopisci *Divus Aurelianus*, cap. 45: «... Et quum ab eo uxor sua peteret ut unico pallio blatteo serico uteretur, ille respondit, absit ut auro fila pensentur! — Vopisco, siciliano, visse al tempo di Diocleziano e di Costanzo Cloro verso il 304 di G. C. e scrisse la Vita d'Aureliano, di Tacito e d'altri.

(2) Ammiano scrisse in barbaro latino una storia assai interessante di cui non ci rimangono che 48 libri. La migliore edizione è quella del Gronovio del 1693.

Altri scrittori parlano della seta in questo periodo di tempo, fra i quali io nominerò Virgilio (1), Propertio (2), Marziale (3), Ulpiano (4), Solino (5), che dimostrarono l'importanza di questo prodotto. Questi ultimi due con Ammiano chiamano *Zir* il baco da seta, e da quest'appellazione si vorrebbe trarre il *Sericum* dei Latini.

Per continuare il filo della nostra relazione noi dobbiamo affacciare ad un'epoca molto infelice. La coltura e la civiltà da un lato, l'arte e la mollezza dall'altro, retaggio de' popoli di cui finora ho parlato, li resero impotenti a resistere alle orde dei barbari che vennero a conquistare le loro terre. Quei popoli sboccati dalle loro nordiche selve non potevano portar seco che ignoranza e sprezzo d'ogni cognizione; e con ogni elevato sapere ed ogni industrie benessere sfuggì dalle vinte popolazioni ogni commercio e la floridezza che gli è compagna. Solo alcune città, forse per la posizione loro propizia, forse anche pel numero e lo spirito de' loro abitanti, seppero galleggiare in tanto naufragio divoratore dell'antica civiltà e valsero a tenere le redini del commercio d'allora.

Costantinopoli, tra queste città privilegiate, poté in ricchezza succedere ad Alessandria caduta nelle mani dei Saraceni. Ma Costantinopoli non faceva direttamente il commercio della seta colla China; i Persi ne erano gli intermediari e gli approvvigionatori, e ne traevano non piccolo guadagno; questo commercio era perciò dipendente dall'attività e dalle finanze persiane, non che dallo stato di pace o di guerra di quella nazione.

(527 dopo G. C.) — Appunto in que' tempi l'Impero Greco aveva guerra con quei popoli che il prode Belisario seppe vincere e soggiogare. Frattanto anche i Saraceni, preso il sopravvento, altrassero a sé gran parte del commercio dell'interno e del Sud dell'Asia, privandone alla lor volta i Greci (6).

Dolente l'imperator Giustiniano che tanto denaro uscisse da' suoi Stati per finire in mani persiane come prezzo della seta, cercò, unendosi agli Arabi, di innalzare la manifattura serica in Costantinopoli. Ma gli Arabi non corrisposero:

(1) « Quid nemora Æthyoptum molli canentia lana?

« Velleraque ut foliis depectant tenuia seres. » (*Georg.*, lib. II.)

(2) « Nec si qua Arabio lucet bombyce puella. » (*Lib. II.*, *Eleg. III.*)

(3) « Nec vaga tam tenui discursat aranea tela

« Tam leve nec bombyx pendulus urget opus. » (*Lib. VIII.*, *Epigr.* 33.)

(4) « Vestimentorum sunt omnia lanca, lineaque, vel serica, vel bombycina... »

(*Digest.*, lib. XXXIV, tit. 2, leg. 23.)

(5) Questo scrittore lasciò alcune relazioni di storia naturale, nelle quali però copìò grandemente Plinio, onde già a' suoi tempi era detto *la scimmia di Plinio*.

(6) Rotwèck's *Weltgeschichte*, IV Band, pag. 218.

e la mancanza della seta cominciò a farsi provare accrescendosene sempre più il prezzo, ad onta delle ottime leggi che emanava in proposito quel coronato giureconsulto, le quali vedevano la luce insieme colle celebri Pandette.

(533 dopo G. C.) — Da tutte queste circostanze sorse il fatto del trasporto della coltura del baco in Europa. Di questo avvenimento, il più importante pel nostro soggetto, ci diede ragguaglio lo scrittore Procopio di Cesarea, segretario di Belisario che seguì sul campo, e che, onorato grandemente dall'istesso Giustiniano, descrisse in otto libri le guerre contro i Vandali, i Mori, i Persi e i Goti. Si fu a quest'epoca che si presentarono a Giustiniano reduci dalla Persia due sedicenti monaci dell'ordine di S. Basilio, i quali spintisi come missionarii fino alla China, narrarono all'imperatore che la seta era il prodotto d'un insetto che, a parer loro, si sarebbe potuto con buon successo naturalizzare nel suo impero. Questi frati avevano realmente osservato nella China la serica manifattura e veduto i bachi coltivati dai Chinesi tanto sui gelsi quanto nelle case loro. Essi compresero che era impossibile trasportare l'insetto sotto il cielo europeo durante il breve ciclo della sua vita, ma che si sarebbe potuto riuscire trasportandone le uova produttrici d'immerevole posterità. Con occhio perspicace essi avevano osservato le abitudini dell'insetto, ed avevano cercato d'impadronirsi e dei processi e delle necessarie manualità che richiede la prima confezione delle seriche stoffe.

(552 dopo G. C.) — L'imperatore colla promessa di forte ricompensa persuase que' monaci di ritornare nella China e di trasportare a Costantinopoli la coltura della seta. Allettati da tali promesse, partirono essi di bel nuovo e riguadagnarono le frontiere del Celeste Impero; però non senza difficoltà riuscì loro di eludere la vigilanza de' sospettosi Chinesi e di venire in possesso di gran copia di uova del bombice che felicemente portarono a Costantinopoli racchiuse in una cavità dei loro bastoni l'anno 552 dell'era volgare.

Quelle uova furono covate col calor del letame, ed i bruchi, nutriti mediante le foglie del gelso selvatico, percorsero perfettamente i loro stadii e si costruirono i loro bozzoli, prosperando a meraviglia per le diligenti cure de' due frati, i quali in pari tempo furono maestri in Costantinopoli dell'arte di lavorare la seta. Ciò vien narrato da Procopio (1), da Teofrasto (2) e da Zonoras (3).

(1) Procopius, *de Gothicis*, lib. III, 17. Opere complete di Procopio, tradotte in tedesco da Diudorf. Lipsia, 1833-38.

(2) Teofrasto arcivescovo d'Agride, metropoli della Bulgaria; fu tra i più dotti dell'XI secolo. lasciò molti scritti nei quali commentò i libri sacri, non che molte lettere; morì nel 1071.

(3) Zonoras fu storico che fiorì alla corte di Costantinopoli verso il 1120. Abbiamo di lui *gli Annali* che arrivano fino ad Alessio Comneno (an. 1118).

Kannegiesser dà un'altra versione sull'origine del trasporto della coltura serica a Costantinopoli, versione però che varia poco da quella da me riportata, e che per non render soverchio questo schizzo storico io passerò sotto silenzio:

Dalle larve che sbucciaron fuori da quelle prime uova in tal modo portate in Europa discendono quelle miriadi di generazioni che da 1300 anni circa sono allevate in Europa e nell'Asia Occidentale.

Avuto un esito così fortunato, l'imperatore Giustiniano concepì la speranza di esser solo nel guadagno di cui doveva esser fonte il nuovo ramo d'industria. L'allevamento de' bachi si fece nelle case imperiali; i tessitori chiamati a Costantinopoli da Tiro e da Beirut lavorarono in una fabbrica imperiale, e dall'imperiale monopolio venne un aumento nel valore della seta. Ma fu breve quest'epoca; il pubblico non poteva a lungo essere escluso dai vantaggi della coltura serica, molto più quando che il baco prosperava così bene fra noi come nel nativo suo paese. Il gelso fu piantato in abbondanza e crebbe a meraviglia, ottimo pasto ai nuovi ospiti, ed il Peloponneso, che dal principio del Medio Evo veniva, dal mare che lo bagna, detto Morea, pare abbia dato al gelso il nome di *Moro* (1).

Dopo Giustiniano, sotto Giustino II suo successore gli inviati di Sogdiana dichiararono che la seta greca non era inferiore alla cinese e tennero avanti all'imperatore parole di lode (2).

Le cognizioni pervenute allora dalla China intorno al modo di tenere i bachi erano però grandemente imperfette. Il Mögling ce ne dà un'idea (3).

Secondo quest'autore, le pratiche usate dai Chinesi prescrivevano che si scegliesse per la bigattaja un luogo sempre vicino a qualche fiume; la camera doveva essere alta undici piedi circa, e nel mezzo era consigliato che si scavasse una fossa di quattro piedi quadrati, mentre che negli angoli della camera si collocavano i cammini, nelle pareti le finestre difese da carta nell'interno e da paglia al di fuori; nel suolo e nella soffitta si dovevano praticare delle aperture. All'ingiro della bigattaja importava di non collocare cosa che potesse mandare cattivo odore, nello stesso tempo che in vicinanza s'allevava un boschetto di gelsi. Nell'interno della camera s'ergerano le impalcature per sostenere i graticci su cui si ponevano i bachi. Nella fossa scavata nel mezzo della

(1) Secondo il Mögling la Morea avrebbe invece ricevuto il suo nome dalla grande coltura del *moro*; secondo altri dalla conformazione del suo territorio analoga alla forma delle foglie del gelso; secondo altri ancora, dal nome slavo *Mora* che significa mare; per noi poco importa di questa etimologia: qualunque sia il risultato di tali ricerche, l'importanza loro è affatto secondaria allo scopo di questo lavoro.

(2) Hazzi: *Lehrbuch des Seidenbaues*. München, 1826.

(3) Mögling, *Seidenzucht*, pag. 116.

camera, secondo quei precetti, si poneva stereo bovino secco e polverizzato per l'altezza di 3 a 4 pollici, e su di esso uno strato di legna ben secco, quindi nuovo stereo che s'internava e chiudeva tutti gli interstizii. Tali cautele impedivano che la fiamma, sorgendo, mettesse a pericolo e bosco e bigattaja. Riempita di tal maniera la fossa, sette od otto giorni avanti l'allevamento si dovevano porre de' carboni accesi sullo stereo, coprendoli con cenere calda: lo stereo abbruciava e spandeva per parecchi giorni un fumo giallo tutt'all'ingiro. Un dì avanti di riporre i bachi in tal camera s'aprivano finestre e porte onde il fumo si dissipasse, ed appena il fumo era svanito, si richiudevano le une e le altre con nuova carta. Il fumo aveva per iscopo di far perire tutti gli animalletti dannosi ai bachi. La massa combustibile rimasta nella fossa ardeva senza spander fumo; che se in appresso si voleva riscaldar l'ambiente, s'adopravano i cammini; se troppo caldo, s'aprivano le finestre e gli spiragli e si copriva il fuoco (1).

Tali pratiche sono quelle che tuttodì s'impiegano anche nella Persia e in molti luoghi dell'Arabia, ove, ad onta di tanta imperfezione, la coltura del baco è vera fonte di ricchezza.

Avanti di continuare in questa rivista dei progressi della serica coltivazione nell'Occidente, dirò qualche cosa ancora di essa nelle regioni dell'Asia.

Nel 609, allorquando Maometto si proclamò il Profeta dell'Islamismo, ed all'epoca della sua fuga (622), il commercio perso-chinese cominciò a diminuire per le continue guerre. Poco dopo gli Arabi penetrarono nella Spagna (711) e se ne impadronirono (730), trasportando in un altro punto d'Europa la coltivazione del baco. La coltura serica però della Spagna rimase sempre fra angusti confini, e di là non si estese verso l'altre parti d'Europa.

Colla stessa forza, dice il Dresch, e colla stessa attività colla quale gli Arabi portarono ovunque per più d'un secolo la guerra, coltivarono anche le scienze, principalmente per quel principio posto dal Corano che l'agricoltura, l'industria ed il commercio sono fonti di benessere e di felicità. Allora infatti la Spagna fu sede d'ogni coltura, mentre nella restante Europa l'armi, la caccia, il vino erano l'occupazione di tutti. L'Europa non va forse debitrice agli Arabi dell'arte numerica, dell'industria del vetro, e d'altre maravigliose ed utili invenzioni? (2)

Qui un nuovo popolo, sfuggito alla distruzione degli Unni, ci si presenta valoroso e intelligente a dettar leggi di civiltà ai regni del mondo antico cadenti sotto il peso della propria vecchiaja.

(1) Il dottor Carlo Vittadini nella sua interessante Memoria: *Dei mezzi di prevenire il calcino*, ec., inserita nel tomo IV, 1853, del Giornale dell'I. R. Istituto, dimostrò con molte esperienze l'efficacia del fumo nella distruzione dei parassiti del baco da seta.

(2) G. L. B. Dresch. *Allgemeine Weltgeschichte*. Weimar, 1824.

Venezia, regina de' mari, nell'810 stringe relazioni col Greco Impero, e la seta è per essa argomento di lucroso commercio. Era ancora così in prezzo la seta in questo tempo, che Carlo Magno ne portava solo una fascia che gli succingeva la veste.

Più che la coltura del baco, si diffuse per l'Europa la manifattura della seta che proveniva per la via di Bagdad.

Il primo gelso che si piantasse nell'Europa centrale pare quello che nel 988 il conte Palatino Hermann pose, con tutte le etichette di corte, nel giardino dell'Abazia di Braunweiler nell'occasione del suo matrimonio con Matilde sorella dell'imperatore Ottone III (1).

A quest'epoca comincia la seta ad abbondare alcun poco e ne abbiamo una prova in quanto ci narra Anna Comneno che suo fratello Alessio, in una battaglia che diè agli Sciti nel 1095, diede a'suoi armati, in difetto di ferro, elmi e loriche di seta del colore di questo metallo. Ma tuttavia, se si eccettuino la Spagna e il Portogallo, tra le altre nazioni d'Europa è ancora sconosciuto tutto quanto riguarda la coltura del baco e l'industria di cui è fonte il suo prodotto.

(1101-1154.) — L'Italia nostra doveva ad una guerra andar debitrice della nuova arte. Ruggero II re di Sicilia mosse guerra alla Grecia che vinse e desolò col ferro e col fuoco. Molti de' suoi abitanti furono fatti prigionieri e condotti sulla triaeria terra. Parecchi di quei prigionieri erano sul patrio suolo coltivatori di bachi, ed avutene delle uova, ne continuarono l'allevamento anche in Sicilia, favoriti dallo stesso re, che chiamò a tal uopo altri operai dalla Grecia. Da quell'isola, passando lo stretto, la novella industria si fissò nelle Calabrie, ove il cielo mite e propizio favorì le più belle coltivazioni; e quell'estremo lembo d'Italia, come prima era stato sorgente di civiltà, divenne il punto di partenza della più bella tra le industrie, fonte inesauribile di ricchezza alle popolazioni italiane e dell'Europa meridionale.

La diffusione di questa coltura andò lenta, e per molto tempo il Settentrione meravigliava nel vedere stoffe di seta. Così destarono rumore in Inghilterra le stoffe seriche che ebbe Enrico II (1180).

Nel 1200 il duca Leopoldo diè privilegi a Vienna, che fece centro del commercio, principalmente serico, tra il Nord e il Sud dell'Europa.

Intorno quell'epoca (1203-1204) il vecchio Dandolo, fatte sventolare sulle mura di Costantinopoli le venete bandiere, ne conduceva in patria persone addestrate nella serica coltura, che cominciò a svilupparsi nel territorio della formidabile repubblica.

Raccontano le storie che Enrico III, come segno di vera munificenza reale,

(1) Galenius. *De magnitudine*. Colonia, pag. 389.

nel matrimonio di sua sorella col re di Scozia (1251) fece comparire vestiti di seta molti cavalieri.

Ciò che poc' anzi dissi di Venezia ora dovrei dire di Genova, la cui possanza ed il cui commercio toccò l'apice suo quando si rinnovò l'Impero Greco (1261), e quando ancora, cresciuta l'indolenza e l'inerzia degli opulenti abitatori di Costantinopoli, il greco commercio cadde in gran parte nelle mani de' Genovesi. che padroni anche di Kaffa e dominatori del Mar Nero, traevano per esso le mercanzie dall'India.

(1306.) Nell'Italia Superiore, Modena fu tra le città che si distinsero nella coltura del baco, e le sue finanze ne risentirono subito i benefiei influssi. Ma fu breve questo fiorire; chè Firenze le sorse a lato e assorbì nel suo ingigantire il benessere delle città vicine. Migliaja di operai nutriva Firenze nelle proprie mura intenti al lavoro della seta.

Nel 1360 venne alla luce la prima operetta sul baco da seta. Egli è appunto intorno agli scritti di quest'epoca che trattarono di esso che io mi occuperò ora di preferenza allo scopo di definire come e quando si fissarono le prime idee precise intorno alla sua educazione. — È questo un poemetto sul bombice, intitolato *Tesoro de' rustici*, avente per autore un Bonafido Paganino, il quale lo scrisse in dialetto bolognese.

Nel nord d'Europa la seta era ancora assai pregiata, e troviamo che Carlo VI di Francia, per far pompa di ricchezza, stava vestito d'un giustacuore di velluto anche in estate (1422), e che Carlo VII entrò in Rouen (1449) con un cappello di feltro guernito di velluto, cappello ritenuto pel più costoso che allora si trovasse tra i regali abbigliamenti. In Inghilterra a quell'epoca cominciarono parecchie donne e fanciulle ad occuparsi di filar seta.

Mentre in Germania si proibiva vestir seta come cosa di troppo lusso, in Inghilterra nel 1482 si cominciava a fabbricare nastri colle sete greggie provenienti d'Italia; seta la cui copia andò sempre crescendo, siccome lo dimostrano le statistiche commerciali genovesi alla fine del XV secolo.

Nel 1440 sotto il regno di Carlo VIII alcuni nobili Francesi, che avevano contribuito alla presa di Napoli, pare che trasportassero nel Delfinato i primi gelsi. Questo fatto è ripetuto in molte storie, ma assai sospetto di verità, perchè Carlo VIII in quell'anno non era ancor nato (questo re vide la luce nel 1470), e tanto più perchè questi cavalieri avrebbero trasportato non semi di gelso od uova di bachi, ma gelsi e bachi attraverso un viaggio che allora doveva essere non poco lungo (1).

(1) Gasparin. *Essai sur l'histoire de l'introduction du ver-à-soie en Europe, et mémoire sur les moyens de déterminer la limite de la culture du murier, et de l'éducation des vers-à-soie.* Paris, 1841.

Anche sul principio del secolo XVI le stoffe seriche erano importate nel nord d'Europa, ed Enrico II, Arrigo VIII ed Edoardo IV facevano venire dalla Spagna le loro calze di seta.

Sotto il regno di Luigi XI (1461-83) e di Francesco I (1515-47) furono chiamati in Francia molti operai delle fabbriche di seta italiane; i quali però non vi lavorarono che sete provenienti d'Italia o di Spagna.

Francesco I e l'antecessore suo Luigi XII (1498-1515) furono tra i re di Francia quelli che più si occuparono per sviluppare l'industria serica nel loro regno.

Frattanto in Italia, che gli altri paesi aveva precorso nel coltivare il baco e gli altri tutti doveva precedere nel dettarne le norme, comparve un'altra produzione sul bombyce.

Verso il 1500 fu pubblicato un poemetto intitolato *Bombyx* da Aloisio Lazarelli, poemetto che rivide la luce nel 1518 a Basilea e nel 1765 a Jesi. In esso cominciansi a distinguere molte varietà di bachi:

- « Sunt qui album, sunt qui croceum, sunt quique rubentem
- » Subviridem quidam contextant stamine telam
- » Subviridis color aut alias laudatur in illis. »

Nell'Italia la coltura della seta progrediva assai, ma sentiva, come tutte le sue istituzioni, le alternative delle sorti politiche che la straziavano. Le intestine discordie producevano ad ogni momento emigrazioni del partito vinto che nell'esilio portava l'industria delle proprie mani. Francesco I si valse moltissimo di così infelici condizioni della nostra terra onde trasportare in Francia la fabbricazione delle seriche stoffe che i Milanesi nel 1521, i Fiorentini e i Lucchesi nel 1536 avevano fatto fiorire nel proprio paese. Lione primeggiò tra le città nelle quali vennero stabilite tali fabbriche.

Nel 1510 Gustolo da Spoleto pubblicò un prezioso scritto *De Sere seu de serivomis animalibus*, che venne reimpresso tre anni dopo; e nel 1527 Gerolamo Vida pubblicava in Roma il famoso poemetto intitolato *De Bombyce*, modello di squisiti versi e ricco di precetti utilissimi nell'educazione del baco da seta. Nulla di più grazioso e di più elegante di quell'armonioso metro con cui il famoso vescovo d'Alba, emulo di Virgilio, canta le glorie e i patimenti del mirabile insetto. L'illustre prelado Cremonese si mostra dotato d'uno spirito d'osservazione non comune, e d'animo ad un tempo delicato e sensibile alle sublimi bellezze della natura.

Esso ragiona del baco con tenerezza, e vi scorge le tracce incancellabili della divina intelligenza, che tutto accorda ed armonizza, e che spiegò pari

sapienza tanto nella creazione del muto insetto, quanto dell'essere il più perfetto che dotò di ragione e di parola. Esso concede al baco e cuore e sentimenti che lo nobilitano e lo fanno amare. È un dramma commovente, direi, che termina colla morte del protagonista, la cui vita, per quanto breve e racchiusa nel volgere di pochi giorni, desta il massimo interesse (1).

In questi suoi canti il poeta non discende a molti dettagli, ma tuttavia dà tutti i precetti necessari per la buona coltivazione del baco e quali migliori non se ne potrebbero fornire oggidì. Esso ci insegna che le bigattaje sieno ben difese, con muri di fresco ripuliti; ci enumera i nemici dei bachi e il modo di loro distruzione; la quiete del luogo, i pasti ben regolati, e la pulizia sono continuamente da lui raccomandati. Tutto quanto poi riguarda l'animaletto, essendo altresì la parte più poetica dell'argomento, vi trova largo posto: e la nascita e la muta della pelle, che è un vero rinnovamento di tutto l'individuo, una ripetizione della gioventù (*yao* dei Chinesi), e la filatura del bozzolo e l'uscita dell'insetto perfetto, sono altrettante bellissime descrizioni, ove il poeta sfoggia la sua potenza didascalica. Emulo di Virgilio, è a lui vicino sì nella sfera de' poeti, come nel luogo ove sortì i natali; onde del Vida il Pope scrisse:

« Cremona now shall ever boast the name
» As next in place to Mantua, next in fame. »

e l'Ariosto: « D'alta facondia inesauribil vena ».

Per dare un'idea a' miei lettori del potente ingegno del Vida, citerò soli due frammenti che, a mio credere, sono i migliori. Ecco come descrive lo svolgersi dell'insetto dall'uovo:

« Quo foveas autem pacto? mos ipse fovendi
» Haud simplex: sunt quae calido sub sole relinquunt
» Ova, recens donec fetus in luminis auras
» Proderit. Tu conde sinu velamine tecta;
» Nec pudeat roseas inter fovisse papillas.
» Si te tangit honos, et flavi gloria filii.
» Cumque dies, alterque dies processerit, ecce!
» Cernere erit formis animantia fervere miris. »

(1) Anche i Chinesi dirigono parole al baco, oggetto di tante cure, e lo dicono di divina origine per tanti pregi, tra gli altri per quello di star sempre al medesimo posto!

Ed i seguenti sono i bellissimi versi de' quali si servì il Vida per tracciare le metamorfosi della crisalide in insetto perfetto.

- Nonne vides, cum carceribus exire reclusis
- Instant ardentés, quanta nitantur opum vi?
- Clausa obstat domus, et fili densissimus ordo
- Nec mora, nec requies, vestigant omnia circum,
- Explorantque aditus omnes, si qua potis extra
- Rumpere et optatæ rursum se reddere luci.
- Ecce autem ut rostro follem terebravit acuto
- Protinus erumpit (visu mirabile monstrum)
- Alitis in parvæ bombyx collecta figuram,
- Et nova se rerum facies mirantibus offert.
- Nam quæ longa fuit tinea olim, fit levis alis
- Papilio, tineaë pallentes concolor artus.
- Ergo carceribus cum rupit multa viam vis,
- Et sese cæcis populi eripuerè tenebris
- Aligeri, atque iterum lucis venere sub auras,
- Hærent attoniti rerum novitate, neque audent
- Remigio alarum se aperto credere cœlo:
- Dissimilesque sui tacite nova corpora secum
- Mirari, forma nec sese agnoscere in illa.
- Cornua mirantur fronti, mirantur et alas,
- Et vires nil supra audent tentare priores
- Diffisi, memoresque sui: sed tum neque gustant
- Pabula, nec vitæ quæerunt alimenta prioris. »

Se non che non sempre potè il Vida essere superiore al tempo in cui viveva, e talvolta cadde in alcune inesattezze e in qualche errore da attribuirsi più all'epoca in cui scrisse che a lui stesso; inesattezze nelle quali ora sarebbe impossibile cadere. — Quando viveva il Vida non era ancor sorto quel gran lume del Redi che tante tenebre doveva dissipare e specialmente nell'oscuro tema della generazione degli animali. È appunto in tale argomento che il Vida ci spaccia un grossolano errore che a tutta prima io ritenni riportato come opinione dei più di quell'epoca e non dell'autore. — Egli ci dice che se la semente venisse a mancare, noi potremmo procurarci nuovi bachi dalle viscere putrefatte d'un vitello, cui si fosse dato per unico pasto delle foglie del gelso. — Ecco con quali seducenti versi tale favola è raccontata:

- Quod si spes generis defecerit omnis ubique
- Seminaque aruerint Jovis implacabilis ira,

- » Sicut apes, teneri reparantur caede juvenei.
- » Hic super accedit tantum labor: ante juveneus
- » Bis denosque dies, bis denasque ordine noctes
- » Graminis arcendus pastu, prohibendus ab undis.
- » Interea in stabulis tantum illi pingua mori
- » Sufficiunt folia, et lactenti cortice ramos.
- » Viscera ubi caesi fuerint liquefacta, videbis
- » Bombycem fractis condensam erumpere costis.
- » Atque globos toto tinearum effervere tergo,
- » Et veluti putres passim concreescere fungos. »

Il poema del Vida ebbe l'onore di parecchie traduzioni, di cui, fra le altre, accennerò due italiane ed una francese.

La prima delle italiane è quella di *Benedetto Del Bene* che fu pubblicata a Verona nel 1817, l'altra è di Marco Sandi (*Lastene Calcidico*, tra le sempre felici selve d'Arcadia), la quale vide la luce in Venezia nel 1816. Finalmente si ha una traduzione francese che venne fatta, non è molto, dal sig. Bonafous e pubblicata a Parigi nel 1844 con parecchie note. Circa il merito di tali traduzioni non è questo il luogo di parlarne; dirò solo che le traduzioni italiane sono assai più fedeli e più capaci di rendere il concetto e le forme del verseggiatore latino. La traduzione francese è più libera e spesso dilavata. I lettori potranno forse giudicarne anche leggendo solo i due frammenti di traduzioni che qui riporto del brano più sopra citato, ove l'autore emette la sua idea sulla generazione spontanea dei bachi.

Ecco come lo traduce il *Del Bene*:

- « . . . Che se tutta speranza in ogni parte
- » Mancherà della schiatta, e per disdegno
- » Dell' implacabil Giove inariditi
- » Saranno i semi; sì rifan, mettendo,
- » Come per l'api, un bue giovane a morte.
- » Solo una cura ci si aggiunge: innanzi
- » Per venti dì, venti continue notti,
- » Pascersi d'erbe e ber acque al giovenco
- » Vietar si debbe; nelle stalle intanto
- » Null' altro gli si dà che foglie pingui
- » Di moro e rami con lattante buccia.
- » Come sia ucciso e i visceri disciolti,
- » Sbucar in folla dalle rotte coste

- » I filugelli, e su vedrai per tutto
- » Il dorso bulicar i bruchi a torue
- » Qua e là gonfiando come guasti funghi. »

Ed il Bonafous colla versione francese :

- » Les Dieux font-ils périr tes vivantes merveilles ?
- » Ton peuple renaitra, comme un essain d'abeilles :
- » Choisis me génisse, élite des troupeaux ,
- » Éloigne-la des près, éloigne-la des eaux ,
- » Et que durant vingt jours, sous le rustique ombrage
- » L'arbuste de Thisbé lui cède son feuillage.
- » Quand la jeune victime, offerte aux immortels
- » Auras baigné de sang le marbre des autels
- » De ses flancs déchirés, ô prodige admirable !
- » Tu verras naitre en foule une troupe innombrable
- » De légers vermissieux surgissant à la fois ,
- » Comme les champignons sur la mousse des bois. »

I Siciliani ed i Napoletani, già in possesso dell' arte serica, ne tennero segreti i processi. Ad onta di ciò l' arte pregevole si diffuse rapidamente nell' Italia Superiore, e specialmente nella nostra Lombardia. Qui forse, a favorire appunto la patria industria, fu proibita l' importazione delle sete straniere sotto pena di confisca; proibizione che venne imposta da Francesco I.^o Sforza (1460), da Galeazzo Maria Sforza (1471), da Luigi XII Re di Francia (1499) e da Ferrante Gonzaga (1553) (1).

A quest' epoca si trova il baco coltivato e in Toscana e in Piemonte, nel Modenese e nel Veneto, dai quali paesi partiva il prodotto per la Francia e specialmente per Lione, dove l' industria serica aveva già accumulato 50,000 operai. Anversa in quel tempo era meta di molto commercio d' esportazione, mentre poi dava in cambio alle nostre città i prodotti delle sue navigazioni (2). L' Italia esportò nel 1566 pel valore di 3 milioni in seta. Ma quel benessere fu passeggero, e la dominazione spagnuola doveva portare i tristi effetti della sua politica. Le dissensioni religiose fecero spatriare numerose e ricche famiglie che ripararono in Inghilterra. La guerra rovinò i floridi stabilimenti che la pace vi

(1) *Biblioteca Italiana*, novembre 1826, pag. 209.

(2) Francesco Guicciardini, *Descrizione dei Paesi Bassi*. — S. W. Temple's *Observations on the United States*. — Mögling, ec.

aveva eretti unitamente all'intelligenza ed all'attività de'Neerlandesi, che sotto il governo del duca di Parma videro avvicinarsi il momento della loro completa rovina.

Alla metà del XVI secolo si incominciò in Francia la coltura del gelso, e la storia ci conservò notizia delle piantagioni fatte da Trousset nel 1564 presso Nîmes regnando Carlo IX; i quali primi tentativi preliudiarono a quanto fece Olivier De Serres, che qui si presenta come il padre dell'agricoltura francese e come il gran benefattore a cui si debbono riferire i progressi fatti in quel paese dall'industria serica. Nel 1600 comparve l'opera d'Olivier che porta per titolo *Théâtre d'agriculture et mesnage des champs*, opera alla quale ebbero tutti a ricorrere pel miglioramento dell'agricoltura, di quell'arte cui Enrico IV e Sully ben a diritto attribuivano ogni merito nella felicità e nella prosperità d'uno Stato (1).

1589-1610. — Enrico IV era oltremodo premuroso dello sviluppo dell'industria serica in Francia, e nel proprio giardino fece piantare il *Morus alba*. L'esistenza de' gelsi a Fontainebleau data da quell'epoca. Da quest'istesso tempo datano i primi miglioramenti portati alle macchine per l'industria serica in Inghilterra. Lee inventò la prima macchina per far calze, che poi stabili, per la maggior ricerca che se ne faceva in Francia, a Rouen sotto gli auspicii di Enrico. Ma il delitto di Ravaillac fe' mutar la sua sorte; Lee si recò a Venezia, poi di nuovo a Parigi, ove morì nella miseria.

Nelle opere di Olivier De Serres si trovano bellissime norme intorno la coltura del baco, e si può dire che, tranne l'elemento della temperatura (2), tutte le circostanze vi sono enumerate necessarie al miglior andamento de' bachi. Lo scritto di Olivier De Serres che parla del baco, come gli altri di questo autore, è poco conosciuto fuori di Francia. Esso costituisce il 15.º capitolo intitolato la *Cueillette de la soie par la nourriture des vers qui la font*; e fu poi stampato anche a parte nel 1599. Questo libro inviato al re fece che Olivier fosse chiamato a Parigi e lasciasse, sebbene a malincuore, il padre suo, mosso dal desiderio di promuovere il bene del suo paese. Giunto in quella città, fu consigliere al re, e sparse gelsi e bachi dappertutto, anche nei reali giardini, persuadendo il governo di far venire d'Italia 14,000 piante di gelso e molta semente di quell'albero. Dopo di che ed alberi e bachi furono diffusi tra il

(1) Alludendo al benessere che l'agricoltura può arrecare alle classi le più basse della società, quel re andava dicendo, *che ogni contadino può avere ogni dì il suo pollo nella pignatta*.

(2) All'epoca d'Olivier non esisteva ancora il termometro. Il primo strumento di tal natura fu inventato da Drebbel nel 1630 e modificato da Réaumur nel 1730.

popolo così incitato all'allevamento del prezioso insetto. Per tal modo Enrico IV ed Olivier De Serres meritano d'essere considerati come i fondatori della coltura serica in Francia.

Della quale riuscita son tanto più benemeriti, in quanto che erano e re e ministro grandemente contrariati da Sully allora onnipotente in Francia, come lo stesso Sully ce ne accerta (1). Delle quali contrarietà è difficile il darcene ragione, dovendosi quasi esclusivamente alla serica coltura il miglioramento delle finanze del regno; sicchè mentre prima si esportavano 4,000,000 di franchi per altrettanta seta, in pochi anni tal somma veniva invece importata, e sotto Luigi XIV alle fabbriche di seta, numerosissime, doveva il paese la propria ricchezza. Secondo le tavole statistiche di Hazzi, che ora però sono un poco vecchie, giacchè datano dal 1826, il guadagno in Francia per la produzione della seta era di 23,560,000 franchi, e per la fabbricazione delle seriche stoffe 84,000,000; quindi il capitale in circolazione, di 107,560,000 (2).

In Germania solo la fine del XVI secolo porterebbe le tracce di qualche introduzione di serica coltura. Maddalena Elisabetta, figlia di Gioachino II, principe elettore di Brandebourg e vedova del principe Francesco Ottone di Brunswick-Luneburg, coltivò i bachi fino al 1595. In altri paesi di Germania, nel Württemberg ed in Sassonia, ne troviamo fatta menzione nel principio del XVII secolo, con tentativi però ben più deboli di quelli fatti da Enrico IV in Francia. Il quale colla sua visita ai sericultori di Nantes animò grandemente questo genere d'industria. Verso il 1604 (*Mercure-Français*, Paris, 1603-1604) e il 1606 vi fu la massima coltivazione di gelsi, contandosene in Francia quattro milioni.

1608-1610. — Giacomo I.^o in Inghilterra imitò Enrico IV, ma con poca attività e poco esito; malgrado ciò, verso il 1629 cresciuti gli operai delle varie industrie a tanto da dividersi in corporazioni, noi troviamo che quelli della seta ne formavano già una. S'introduceva nella pratica l'uso del termometro, che doveva avere tanta applicazione nella coltura del baco. Il gelso era in Inghilterra in onore, e Shakespeare quando si ritirò a Stratford nel Warwick, piantò avanti la sua casa un *Morus nigra* (3); lo stesso fece Milton.

Mi sia ora concesso di ritornare alla nostra Italia, nell'arte serica, come in moltissime altre, a tutti maestra. Qui l'allevamento del baco andò sempre

(1) *Mémoires de Maximilien de Béthune Duc de Sully*. Londres, 1767.

(2) *Lehrbuch des Seidenbaues*. München, 1826.

(3) Nel 1769 un prete comperò la casa di Shakespeare ed abbattè il gelso famoso. Ne nacque grave rumore in paese; quel legno diventò prezioso e fu gelosamente diviso e conservato dagli ammiratori del gran tragico.

crescendo confortato ed illuminato tratto tratto da qualche scritto ad istruzione dei sericultori. Citai parecchie operette già pubblicate in Italia, quando presso l'altre nazioni non si parlava quasi ancora di baco; ora ne accennerò alcune altre sempre più interessanti e che si riferiscono alla fine del XVI secolo od al decorso del XVII.

Nel 1570 comparve un poemetto in versi rimati del marchese Annibale Gua- sco d'Alessandria, in cui, con chiarezza più che altro, sono esposte le mas- sime migliori al buon andamento della coltivazione del baco; così il numero dei pasti giornalieri viene ricordato dal nostro autore:

« Tre volte le vivande
 » Il giorno, come dissi, in tante mense
 » Al bombice copiose si dispense; »

e la pulizia sempre necessaria:

« Bisognan nette e monde
 » Al bombice le mense e la vivanda
 » E le stanze e tutt'altro in ogni banda. »

V'ha un passo in cui sembra che l'autore accenni al contagio del calcino.

« Pecorella morbosa
 » Ha forza di guastar tutto l'ovile
 » Per proverbio fondato in vero stile;
 » Però non sarà cosa
 » Che tanto più ti faccia venir meno
 » Il gregge bombiceno
 » Che il cadavere in esso, il qual t'affretta
 » Di levar, se non vuoi la greggia infetta. »

Dopo questo comparve, non finito, il poemetto della *Sereide*, pubblicato da Tesauro Alessandro nel 1585, che fu reimpresso nel 1777; doveva avere quattro canti, ma ne conta soli due: nel primo di essi si tratta del baco; nel secondo, delle malattie del gelso.

Nel 1626 si ha lo scritto del Parisani, pubblicato in Bologna, che porta per titolo: *Il Baco da seta*; il qual libro è rarissimo; e siccome a me non fu dato di vederlo, così non posso che accennarlo.

Due anni appresso (1628), Nozzolini pubblicò il *Sogno dei Sogni*, ovvero il *Verme da seta*, lavoro di poco merito e che non vediamo seguito da altro, per parte di Italiani, fino al 1686; nel qual anno vide la luce in Londra una dissertazione anatomica sul baco da seta quanto mai celebre e pregevolissima. Il nome solo del suo autore basta a farci indovinare il merito grande di questo scritto che è il più bel monumento di fina anatomia di quell'epoca e che ancora ai nostri giorni desta la meraviglia per la finezza e la giustezza delle osservazioni che contiene.

Io mi tratterò qualche istante a dire di esso, come lavoro che importa moltissimo al mio argomento, avendo trattato del baco solo dal lato scientifico, e come quello cui queste mie osservazioni servono di complemento.

La dissertazione di Marcello Malpighi, *De Bombyce*, si pubblicò per la prima volta a Londra (1) e comparve sotto forma di lettera diretta a quella Società reale, di cui l'illustre anatomico bolognese faceva splendida parte. Questa lettera, edita da Scott e Wels, si compone di 44 pagine in foglio, accompagnate da 12 tavole incise, che pur troppo a torto l'editore dice *elegantissime*.

È merito de' potenti ingegni di superare ogni difficoltà che il secolo, cui precorrono, loro oppone, e di portare la luce della verità ovunque essi recano il loro sguardo indagatore; luce che spesso resta muta ai contemporanei ravvolti in folte tenebre, luce che non sfavilla che ai posteri, i quali solo sono in grado di giudicare degli avi e di riconoscerne ed esaltarne il genio.

Ad onta dei pochi mezzi che possedeva Malpighi a condurre le sue anatomiche ricerche, ottenne risultati prodigiosi e vide più egli cogli occhi armati d'una scimplice lente, che molti altri che vennero dopo quantunque in possesso di tutti i mezzi che le scienze fisiche perfezionate offerono in seguito. Nella sua lettera *De Bombyce* descrive egregiamente il baco ne' varii suoi stadii, e molte delle maggiori finezze anatomiche non sfuggirono a quell'occhio indagatore, mentre d'altre non potè, per così esprimermi, che conoscerne il limitare. Parlando egli della muta, sebbene non abbia potuto rilevare interamente l'espulsione di tutta la membrana interna delle trachee che escono dalle vecchie stigme, pure accenna alle due linee che la spoglia abbandonata mostra ai lati: *deductis per latera nigris quibusdam quas lineas*. Esso certamente poi vide di più di quanto le tavole che accompagnano la sua epistola potrebbero far credere. Le figure sono indegne dell'opera che corredano e insufficienti a dare un'idea di

(1) Marcelli Malpighii Phil. et Med. Bonon. *Dissertatio Epistolica de Bombyce*, Societati Regiæ Londini ad scientiam naturalem promovendam instituta, dicata. — Londini, 1686, in fol., cum XII tabulis.

quanto l'autore espone nel testo. E questo ci fa meraviglia, in quanto che a quell'epoca il bulino era capace di più finiti lavori, come lo dimostrano parecchi libri pubblicati anche prima d'allora. Molte questioni anatomiche non toccò o lascia indecise; così, per esempio, egli dubita ancora della presenza degli occhi nelle larve del bombice: *globuli quidam, numero sex, diaphani protuberantes, qui oculi censentur*; esso non penetrò nella struttura intima dei tessuti, ciò che non poteva co' suoi mezzi; nè conobbe intero il sistema nervoso, che quasi ancora ai di nostri pare volersi sottrarre alle più delicate indagini; nè altri apparati organici brillarono a lui di tutto lo splendore della loro verità e bellezza.

Anche la fisiologia fece progressi coll'opera del Malpighi, il quale coll'ungere le stigme ed osservare gli effetti di tale unzione, dedusse la funzione respiratoria delle trachee. Pertanto anche colle accennate mancanze, resteranno le ricerche del Malpighi come un modello di osservazione, e dureranno ad eterno onore suo e della nazione che seppe produrre tal genio, al cui lume anche l'altre dovettero attingere i principii della verità. Per questo mio lavoro poi molto giovaronmi le scoperte dell'insigne Bolognese che illustrò l'argomento di tanti studii e di tante speranze.

E pure la pubblicazione di Malpighi fu la semente della parabola; essa rimase spreca e infeconda, ed abbisognò attendere molti anni dopo la di lui morte per vedere riprese le sue osservazioni ed approfondito lo studio dell'organismo del bombice. L'amore a questo argomento sorgeva in proporzione del favore che la coltivazione del baco godeva dal lato industriale; col retrogradare della serica coltura, anche gli studii puramente scientifici dell'insetto languirono totalmente (1).

In Francia la revoca fatta da Luigi XIV nel 1685 del celebre editto di Nantes, già sottoscritto da Enrico IV fino dal 1598 in favore dei protestanti, rovinò non poco l'industria della seta, esercitata per la massima parte dai protestanti stessi, le cui famiglie, obbligate a spatriare, recarono in Olanda, nella Danimarca, in Inghilterra, in Germania, in Svizzera il beneficio della loro vita operosa (2).

Anche l'arte del tessere la seta a quest'epoca pare si sviluppasse in Ita-

(1) Duolmi di non poter citare qualche traduzione, resa pubblica colle stampe, della Dissertazione del grande Malpighi. Ne conosco una inedita condotta con coscienza dal prof. Francesco Regonati, la quale è a desiderarsi che sia fatta di pubblica ragione. Così la cognizione del lavoro dell'illustre Italiano sarebbe almeno fra noi più diffusa.

(2) Questi rifuggiti francesi si stabilirono specialmente nel Braodeburgo, ove trovarono grande accoglienza e dove furono ritenuti come i padri dell'industria prussiana. Vedi Ancillon: *Histoire de l'établissement des réfugiés français*. Berlin, 1690. — Ermann et Reclam: *Mémoires pour servir à l'histoire des réfugiés français*. Berlin, 1782-1800.

lia, nella qual arte Genova prese l'iniziativa; e le *sete damascate*, la cui invenzione alcuni attribuiscono ai Babilonesi, altri agli abitanti di Damasco, furono prodotte per la prima volta in Europa dagli Italiani e dagli Olandesi.

Le società cominciarono a formarsi; il potente mezzo dell'associazione, mediante il quale s'arriva ad imprese inaccessibili all'individuo isolato, cominciò ad essere riconosciuto necessario per lo sviluppo dell'industria della seta, e in Germania sorsero società a questo scopo.

L'imperatore Leopoldo I favorì ne'suoi Stati quest'industria, ed il suo ministro Zinzendorf pubblicava un'Istruzione per la coltura e l'allevamento de' gelsi e de' bachi (1).

In Francia le piantagioni de' gelsi, sospese sotto Luigi XIV, furono riprese sotto Luigi XV e spinte altresì nel nord del regno. Negli anni 1709 e 1739 perirono pel freddo su quasi tutta l'estensione della Francia tutti gli oliveti e i vigneti; i gelsi invece vi resistettero: fatto che si osservò anche nel mezzodì della Svezia nello stesso anno 1739. Il gelso prosperò ne' dintorni di Stoccolma e giunse fino al 59° grado di latitudine nord, con una media temperatura di 5 gradi. Il freddo del 1739 fu il massimo di quel secolo ed il gelso lo superò.

Contemporaneamente a quell'epoca in molti paesi furono distrutte le fabbriche di seta, come a Norimberga nel 1664, a Colonia nel 1676, ad Amburgo ed in Inghilterra.

Pei felici tentativi di Colbert venne meno in Italia il commercio della seta, come già prima era scemato nella China e nell'India. La peste disertò Avignone nel 1720 e Lione ne ebbe considerevole vantaggio.

Nel 1721 il prof. Miquellet fondò a Stuttgart una società per la coltura della seta, e lo stesso fece l'Olandese Rigal nel 1735 nel Württemberg, approfittando del favore accordatogli dal principe Carlo Eugenio che lo soccorse non poco. Una tal società aveva di mira la fabbricazione e la manifattura della seta, scopo che per imperizia non valse a raggiungere, e la società cessò nel 1749, con iscredito di quell'arte che si era proposta di far risorgere.

Nel 1751 una seconda società venne in quel paese costituita, la quale però, siccome attese di preferenza alla fabbricazione delle stoffe, senza occuparsi anche con fervore della produzione della seta mediante la coltura del baco, dovette lasciar perire le fabbriche stesse che aveva impiantate (1761). In quei tempi di poca comunicazione tra paese e paese non potevano, come al giorno d'oggi, le due industrie rimanere separate.

(1) *Anleitung zur und Pflege der Maulbeerbäume und der Seidenraupen.*

In Prussia sotto Federico I (1700) fu la questione sottoposta al giudizio dell'Accademia di Berlino, la quale avesse a pronunciare se conveniva al Governo l'occuparsi della coltura della seta; dessa (1709) dichiarò utili le piantagioni del gelso pel setificio, piantagioni che furono poi eseguite e per cui Federico Guglielmo I fu salutato come il fondatore dell'arte serica ne' suoi Stati.

Dal 1682 al 1725 l'industria serica penetrò anche nella Russia. Pietro il Grande fu ansioso di vedere ne' proprii domini introdursi quest'arte e di vedervi piantati i gelsi, i quali vi prosperarono fino oltre il 54° grado di latitudine nord.

Nel 1732 trovasi la prima introduzione a Glasgow dell'arte di tessere nastri, e 15 anni più tardi si vide in Francia sorgere il primo telaio a macchina per opera di Vaucanson che con felice esito s'occupò della tessitura della seta.

In questa medesima epoca (1735) ebbe principio in Francia la manifattura delle calze, e precisamente a Ganges nelle Cevennes; calze che godettero di rinomanza e che erano conosciute sotto il nome di *calze di Ganges*, le quali come venissero fatte ce lo descrive Reynaud.

Nel 1749 vediamo due Italiani, Cremeri e Locatelli, introdurre la serica coltura in Boemia e piantar gelsi nei contorni di Praga.

Ad onta di tutti questi tentativi la coltivazione del baco da seta rimaneva entro limiti assai ristretti, come si può vedere dalla produzione serica che avevasi allora nei varii paesi. Io qui potrei tener dietro passo passo allo sviluppo di quest'industria, se un tale argomento tutt'affatto speciale alla coltura della seta non mi allontanasse di troppo dal tema di questo mio lavoro, e se non fossi giunto ad un'epoca che richiama in particolar modo l'attenzione del lettore, come è quella segnata dalle pubblicazioni di Boissier de Sauvage.

Nel 1763 comparvero infatti le *Mémoires estimés sur l'éducation des vers-à-soie* (3 vol. in 8.), in cui abbondano ottimi precetti per la coltivazione dei bachi, e vi sono prescritti e il mutamento dell'aria e la temperatura elevata ed uniforme, la quale attiva ed abbrevia la vita delle larve, ed altre norme che la pratica posteriore consacrò come ottime. L'autore cita favorevoli risultati ottenuti con un calore di 28 a 30 gradi réaumuriani; ma ritiene che una temperatura di 20 gradi è la migliore nella pluralità de' casi; riconosce la necessità d'un abbondante pasto da darsi per la prima età ogni due ore, ed in età più avanzata almeno sei volte nelle 24 ore; egli conosce già che la quantità del cibo deve essere in relazione colla temperatura, e insegna a sminuzzar le foglie per diminuirne il consumo ed a costruire le siepi per facilitare alle larve la fabbricazione del bozzolo.

Le Memorie di Boissier furono accolte con entusiasmo, e molte delle pratiche

che vi si insegnano, adottate e seguite; sicchè desse formarono epoca nella storia della serica industria.

Bruni fece nel 1755 estese piantagioni di gelsi da cui ritraeva abbondante raccolta, avendo introdotto la pratica di lasciar riposare tratto tratto il prezioso albero, il quale nel 1770 fu trasportato anche nel nord del Nuovo Mondo per opera di Franklin, ove avrebbe presto prosperato se la guerra dell'Indipendenza non avesse rivolto a tutt'altra meta l'attività di quel vergine paese.

Fu in quest'epoca che i dintorni di Milano si riconobbero come favorevoli assai allo sviluppo del gelso. Alcuni alberelli stati piantati non più grossi d'una penna da scrivere, e che all'età di 9 anni avevano date nel 1770 libbre 60 di foglia, nel 1781 ne diedero 525.

In Inghilterra fu grandemente utile alla coltivazione del baco la *Society for the Encouragement* da cui si videro premiate ed Anna Williams ed Enrichetta Thodes per le cure prestate per lo sviluppo di quest'industria. La prima tentò anche di nutrire le giovani larve colle foglie e coi fiori delle Primole (*Primula veris*, *P. elatior*, *P. vulgaris*) ed altri vegetabili. La seconda ne nutrì con insalata, ed ottenne dei bozzoli prodigiosi per volume: tentò pure le foglie di noci, di castano, di tiglio, di cavoli, le quali ultime furono le preferite. Lo scritto pubblicato dalla signora Thodes Barham è fra i migliori che uscirono al suo tempo.

Verso la fine del secolo decimottavo trovasi aumentato il prodotto della seta ed il numero degli opificii: e la sola fabbrica di Lione, già celebre in quell'epoca, faceva circolare per più di 40 milioni di franchi, due de' quali venivano assorbiti dallo stipendio degli operai. Crescendo questi in numero e quindi in bisogni, erano minacciati di rimaner privi di quanto è più necessario alla vita appena che diminuisse qualche poco l'industria serica o per improvvise circostanze, o per lo sviluppo di tale industria in altri paesi. Meyer nelle sue Memorie sulla manifattura di Lione ne fa una affliggente pittura. Venne il 1788 e cominciarono i guai; 2,500 operai furono lasciati senza pane, e mentre Lione nel 1786 contava 15,000 opificii, nel 1789 li vedeva ridotti a circa 7,500.

Nei varii Stati di Germania si rinnovarono i tentativi di un maggiore sviluppo dell'industria serica, ma con poco buon esito, di che abbiamo, tra gli altri, un esempio non dubbio nel Württemberg. Il quale fallito successo si deve per molta parte all'ignoranza in cui si era colà dei buoni metodi di allevamento e delle pratiche suggerite da Boissier.

In Italia la cosa progrediva più regolarmente e meno vi si risentirono gli effetti degli eventi politici, come che più radicata l'arte di coltivare il baco, e i buoni precetti di essa più efficacemente penetrassero in mente agli uomini della campagna. Tratto tratto nuove pubblicazioni venivano a rammentare le utili pratiche e ad additare le migliori vie da seguirsi.

Che se noi, avanti di toccare i progressi fatti nel corrente secolo intorno al baco ed alla sua coltivazione, gettiamo uno sguardo sulle sue vicende nei secoli antecedenti, restiamo maravigliati della lentezza e delle difficoltà che ebbe a superare questa coltura avanti di giungere al punto cui pervenne nel principio del 1800. Molti secoli scorsero prima che venisse trasportata in Europa, sei avanti che penetrasse in Italia e in Sicilia; più tardi ancora si fece strada in Francia e in Germania, ove più volte fu in onore ed in avvilimento, per cui la coltura stessa non vi poté progredire gran fatto.

Luigi XVI fece venire fresca semente da Sinaraca (paese della China) e la fece distribuire tra i migliori sericultori della Provenza, del Delfinato e della Linguadoca.

Durante il parossismo rivoluzionario in Francia videro la luce le leggi le più contraddittorie relative alla coltivazione del baco, la quale protetta da alcune, fu annientata da altre che dichiararono nefando lusso il vestir seta ed ordinarono l'estirpazione dei gelseti.

Lione, che sul principio volle opporsi al movimento rivoluzionario, vide bombardare i proprii opificii e distrutta la sua industria, che fioriva frattanto in Russia e in Livonia.

Nel 1792 troviamo fatta menzione, per la prima volta, della filatura del bozzolo mediante l'acqua fredda, eseguita presso Mantova dietro i suggerimenti del canonico Castelli.

Frattanto che in Germania cominciavano a vedere la luce alcuni scritti relativi alla coltivazione del baco, tra cui quelli di Sporer, di Herzer, di Nicolai e d'altri, in Italia, e precisamente in Milano, usciva per le stampe l'opera di Abate Antonio che porta per titolo *l'Educazione dei Bigatti* (1803), nella quale l'autore dà una gran copia di utili cognizioni intorno al modo di regolare la preziosa larva seguendola per tutte le fasi che subisce. Questo libro dell'Abate fa certamente epoca nella storia della sericoltura, e tanto più mi corre l'obbligo di additarlo all'attenzione de' miei lettori in quanto che desso è ancor poco conosciuto e non è tenuto in quel pregio che a buon diritto si merita. Nel medesimo tempo non posso dissimulare che alcuni errori vi si trovano, ora facilmente reperibili col progresso che fece la scienza.

Forse in nessun'altra opera, come in questa, è tanto bene descritto il fenomeno fisiologico del baco; e certamente ad occhio non armato di lente nulla di più poteva mostrarsi di quanto scorse l'Abate. Accennerò inoltre che vi si tratta delle varie malattie del baco; che a carte 171 parlandovisi del caleino, ammette il baco sano e maturo acido e specialmente nelle evacuazioni che precedono la salita al bosco; il che faccio osservare perchè in opposizione alla

nuova teoria del calcino recentemente messa in campo e sostenuta dal signor Giuseppe Grassi.

Fra noi, più che altrove, era necessaria la proclamazione dei buoni metodi per la coltivazione del bombice del gelso, come in quel paese in cui la produzione della seta era proporzionatamente maggiore.

In quell'anno (1803) si fecero svolgere in Lombardia 20,000 once di uova, le quali produssero circa 800,000 libbre di bozzoli con un prodotto di 4 milioni di franchi.

Allo squallore rivoluzionario successe in Francia lo splendore dell'Impero, durante l'epoca del quale ebbe uno sviluppo mirabile l'industria della seta, di cui ogni dì vedevasi aumentar la ricerca.

A quest'epoca, mentre in Germania si vedono i governi intenti a favorire la sericoltura con ogni vantaggio, troviamo un aumento prodigioso della produzione della seta in Italia. Dall'opera del conte Dandolo si rileva che, durante gli anni 1807-1810, la seta prodotta nel piccolo territorio del Regno Italico rappresentava il valore di 327,634,244 lire. Invano però cercai ove fossero attinti i dati offerti dall'illustre autore.

Nel 1812 comparve a Parigi per la prima volta l'opera di Reynaud: *Des vers-à-soie selon la pratique des Cévennes*, etc., nella quale si trovano riprodotti gli ottimi metodi di Boissier de Sauvage, e vengono citati moltissimi degli antecedenti scrittori, tra cui mi limiterò a nominare Valmont de Bomare, Rozier, Paretto, Malpighi, Fontana, Nysten, Faujas de S.^t Fond, ec. In quest'anno e nel successivo i giornali tedeschi diedero frequenti relazioni sull'andamento della serica industria in Germania, le quali io debbo passare sotto silenzio, specialmente perchè l'argomento non vi è contemplato che sotto l'aspetto economico ed industriale.

Se non che avanti d'arrivare agli scritti di Dandolo che formarono epoca nella storia della sericoltura, bramo almeno citare la pubblicazione del cavaliere Heintl, nella quale ci viene data relazione de' suoi tentativi per l'educazione delle larve fatte a cielo scoperto, da cui si ebbe per risultato che sebbene con tal metodo si possano avere ottimi bozzoli, pure le larve sono esposte a troppe cause di deperimento, le quali ne diminuiscono di soverchio il prodotto. — È interessante assai il seguire giorno per giorno tale educazione come ci viene narrata dallo stesso Heintl.

Eccomi finalmente arrivato all'epoca la più interessante forse per la storia della coltura del baco da seta in Italia, ove ricevette il meraviglioso impulso che si propagò anche fuori in Francia ed in Germania. Il conte Vincenzo Dandolo, antico provveditore della Dalmazia all'epoca della Serenissima Repubblica, ritiratosi in un suo podere presso Varese, si dedicò totalmente all'allevamento

dei filogelli e con tale vantaggio che le norme da lui additate divennero un codice quasi generalmente seguito fra di noi.

Nel 1815 egli pubblicò il suo primo lavoro, seguito da altri due (1817, 1819), coi quali ottenne di svegliare un amore speciale per questo ramo della nostra industria che prima, abbandonato a mani poco esperte, non poteva fare que' progressi di cui era capace se coltivato da persone più intelligenti. I proprietari stessi, eccitati da una nobile e proficua gara, attesero al difficile allevamento; ed introdotto un metodo rigoroso, compresero come il prodotto s'aumentasse e migliorasse. Tabelle comparative espressamente redatte dal conte Dandolo dimostrano la mutua relazione in che stanno sempre fra loro la temperatura, la durata della coltivazione e la copia del prodotto, per cui in breve si potè comprendere quanto i precetti suoi potessero tornar utili. Egli introdusse pel primo quelle bigattiere colossali, di cui fu modello una da lui stabilita a Varese e che furono poi dette *Dandoliere*.

Le cure proposte dal conte Dandolo hanno riguardo a tutte le circostanze che toccano da vicino l'organismo delle larve; così la temperatura decrescete, la luce moderata, le norme pel pasto, la pulizia estrema, vengono calcolate e proposte nella giusta misura per ogni giorno della vita del baco. Come effetto di questi precetti esso riferisce il copiosissimo prodotto che egli otteneva dalla sua coltivazione, il quale, sebbene fosse impossibile conseguirsi nella pluralità dei casi per le difficoltà inerenti alle grandi coltivazioni, pure servì di meta alle fatiche di molti e fu poi raggiunto da parecchi con mirabile vantaggio. Da quell'epoca la cultura del baco da seta, specialmente in Lombardia, fu fatta con gara sempre crescente, ed il paese ebbe non poco a felicitarsi dell'aumento della seta esportata.

Nel 1816 il baco da seta fu introdotto nell'isola Maurizio.

Nella Russia i tentativi di Pietro il Grande, di Alessandro e di Paolo I riuscirono piuttosto sterili. I gelsi non resistettero nell'Ucrania e nei dintorni di Kiew, limitandosi a prosperare nella Crimea, sulle rive del Terek ed alle foci del Volga e del Don. Nel Caucaso e nella Tauride sorsero i gelseti e poterono questi paesi approfittare dei premii offerti ai sericultori. Ad onta di ciò l'importazione della seta estera fu sempre grande in Russia, e alla fine dello scorso secolo raggiungeva l'enorme cifra di più di due milioni e mezzo di rubli. Le città russe furono di preferenza lo scalo delle sete persiane che giungevano in Europa. L'impulso comunicato dal Dandolo alla sericoltura fu tale, che essa divenne non solo in Italia, ma anche fuori di questa, l'occupazione di molti dotti osservatori, che non mancarono di far noti i risultati da essi ottenuti. Non è affatto della natura di questa Memoria il tener dietro a tutte le pubblicazioni sulla

coltura del baco; tuttavia le registrerò nell'articolo bibliografico ad esse destinato. In tutti questi lavori la questione non è trattata che dal lato economico ed industriale, quello appunto di cui io non debbo occuparmi. Io additerò queste pubblicazioni per coloro che ne volessero fare uno studio speciale; e perchè venute in luce posteriormente a quelle del conte Dandolo, e perchè contenute per la massima parte nei periodici recenti italiani e d'oltremonte si ponno trovare con maggiore facilità. Molti nomi di illustri coltivatori del baco io potrei qui citare, uomini benemeriti del paese, al cui benessere cooperarono con successo, specialmente occupandosi della complicata questione della guarigione delle parecchie malattie che affliggono il prezioso insetto, e in particolar modo del calcino. Mi limiterò a nominare fra gl' Italiani, Lomeni, Bassi Agostino, Bellani, Gera, Lambruschini, Berti-Pichat, i fratelli Balsamo-Crivelli e Vitadini. La scoperta della natura vegetabile del calcino è scoperta italiana, e i migliori rimedii contro di esso si ponno ancora ritenere quelli proposti da chi pel primo scopriva la vera essenza della fatale malattia. Dal 1835 data, per opera del professore Giuseppe Balsamo-Crivelli, la determinazione della devastatrice mucedinea ch'egli denominò *Botrytis Bassiana*.

In Francia Guerin-Ménéville va collocato fra i più attivi sericultori ed il suo stabilimento di S.^{te} Thulle è fonte di non poco progresso nella maniera di allevare la preziosa larva.

Ma in mezzo a tutte queste pubblicazioni rimaneva sempre desiderato un lavoro anatomico del baco. Alcune parti di esso venivano illustrate, e si investigavano alcuni degli atti fisiologici che in lui si compiono, ma con poco ordine e sequela. Egualmente mancavano i disegni atti a mostrare l'interna struttura dell'insetto, i quali dessero ragione delle parti tutte e delle loro relazioni. Tra i disegni dell'interna struttura del baco da seta allo stato di larva debbo citare quello dato dal Blanchard nell'*Illustration du Règne Animal par Cuvier*, da lui redatto per la classe degli insetti. Le parti relative alla seta, dove si forma e l'organo per cui esce, furono di preferenza studiate da Robinet, cui dobbiamo una buona descrizione e delle buone figure; del suo lavoro io mi giovai e nello scritto mio e nelle mie tavole.

Il sistema digerente dell'insetto allo stato di farfalla fu assai bene figurato dal De Filippi nella tavola che accompagna la sua Memoria intitolata: *Osservazioni anatomico-fisiologiche sul baco da seta*, nella quale si occupa di parecchie interessanti questioni fisiologiche relative a quest'insetto, e specialmente della formazione del grasso.

Il baco servì più volte agli anatomici ed ai fisiologi per lo studio della respirazione degli insetti; e riguardo a questo argomento, intorno al quale s'occuparono

molti naturalisti, non debbo tacere i nomi di Alessandrini e di Carlo Bassi che istituirono accurate esperienze sull'assorbimento delle sostanze digerite.

Gli scritti di questi ultimi osservatori furono le poche fonti alle quali io potei attingere onde intraprendere i miei studii, e i soli che trattano del baco da seta dopo Malpighi. Io me ne giovai il meglio che mi fu possibile, avendo riconosciuto le loro osservazioni per la massima parte giuste e conformi alla verità (1). Dopo averne presa esatta cognizione, mi accinsi allo studio dell'anatomia e fisiologia del baco, spoglio di qualsiasi preconcepita idea, desideroso solamente di rappresentare quanto la natura mi mostrava. Il voto, che io confido favorevole, dell'illustre Corpo Accademico, al cui giudizio trepidando sottopongo la presente Monografia, sarà il migliore compenso che io possa sperare alle mie fatiche, giacchè mi sarà caparra che potrà tornare di qualche utilità al mio diletto paese.

CAPO II.

METODO DI OSSERVAZIONE SEGUITO IN QUESTA MONOGRAFIA.

Un'anatomia del baco da seta quale la richiede il Programma dell'I. R. Istituto Lombardo, o quale più ancora la esige lo stato attuale della scienza, non si può eseguire senza ricorrere a mezzi particolari. Destinata, come esser deve, a svelare la disposizione delle complicate parti del prezioso insetto ed a mostrarci tutto quanto sta nella sua organizzazione, non le bastano i metodi che s'adopero allorquando si penetra nella struttura di animali più voluminosi.

Anatomia così imperfetta non ci potrebbe servire di scorta per raggiungere la soluzione di problemi più complessi, come sarebbe l'esercizio delle funzioni del baco, e più ancora le condizioni sotto le quali sviluppano le molteplici malattie cui esso va soggetto e che lo fanno miseramente loro vittima. Ond'è che un'anatomia fatta ad occhio nudo riuscirebbe ben poco istruttiva, se pur anche non insegnerebbe degli errori; ed è quindi impossibile. Che mai non dovrebbe poi dire qualora si volesse indagare l'intima struttura de' suoi tessuti, la genesi di questi; in una parola, se si volesse averne l'*istologia*? — In tutti questi casi adunque per anatomizzare il baco da seta bisogna ricorrere alle sezioni nell'acqua, all'uso della lente e del microscopio, e a tutti quei piccoli

(1) In molti trattati e manuali popolari di zoologia si parla ancora del baco; ma in nessuno di questi è esposta alcuna speciale osservazione intorno al nostro insetto, nè alcun fatto nuovo per la scienza.

strumenti che rendono possibile lo studio delle parti più delicate. Questi istrumenti ed il modo d'adoperarli costituiscono l'armamentario e i processi della così detta *anatomia fina* o *microscopica*.

Io qui non intendo di dare un trattato d'anatomia microscopica, bensì di esporre solamente quanto praticai per rinvenire nel baco ciò che forma l'argomento di questo lavoro, essendo precipuo mio scopo che il lettore possa, all'occorrenza, ripetere le stesse osservazioni.

Se non che io prendo volentieri quest'occasione per dare una traccia ai giovani cultori della storia naturale nel mio paese del modo di operare tali ricerche ed una guida nelle osservazioni che intraprendono. Le opere insigni che si pubblicarono in Italia, anche recentemente, attestano però che l'arte delle sezioni microscopiche non è ignota fra noi e che qui pure non mancano gli emuli dei Ruysch e dei Lyonet.

Pochissimi tuttavia fanno tesoro di queste cognizioni, che noi vorremmo maggiormente diffuse; giacchè val più uno sguardo gettato nelle viscere d'un animale, che qualsiasi descrizione che si legga di esso.

Pochi e semplici sono gli oggetti che occorrono nella anatomia dei piccoli animali; e quanto più gli strumenti che s'adoperano sono poco complicati e meno numerosi, meglio si apprende il loro maneggio e la mano opera più francamente.

Nelle sezioni microscopiche gli strumenti di cui si fa uso sono od *ottici* o *meccanici*; si può quindi distinguere la parte meccanica dell'operazione e la parte ottica. — Dirò primieramente dei processi meccanici.

Osservato l'animaletto, o mollusco, o insetto, o verme che sia, nel suo involucrio esterno (ciò che si fa con lenti), si tratta di vederne le intime parti. Queste, che ne costituiscono poi le viscere, si riducono o ad esilissimi fili, o a tubi capillari, o a delicate membrane, che, bagnate dai liquidi diversi dell'organismo animale, resterebbero tutte aderenti le une alle altre se si sparasse l'animaletto nell'aria. L'occhio il più penetrante, la mano la più esperta non varrebbero a seguire nel loro andamento quelle parti delicatissime senza scomporle o distruggerle. Il perchè, già da tempo remoto, ricorsero gli anatomici all'ingegnoso ripiego di anatomizzare nell'acqua.

In questo liquido le parti tutte perdono del loro peso, e nuotando ondeggiano in esso per modo che facile riesce il dividerle, lo svolgerle, l'isolarle senza produrne la rovina.

Per così fatta anatomia nell'acqua si usano catinelle di porcellana o di vetro (Tav. I, fig. 14) (sono da evitarsi quelle di metallo), la cui grandezza e profondità deve essere in proporzione al volume dell'animale. L'acqua coprirà

il fondo del vaso in modo che l'oggetto rimanga tutto immerso, senza però formare al di sopra di lui uno strato troppo alto.

In seno dell'acqua, per la ragione stessa per cui le singole parti si fanno più leggere, anche l'intero corpo dell'animale perde di peso, e non si potrebbe toccarlo nè con pinzetta nè con ago senza che si spostasse. Da ciò nasce il bisogno di fermare con spilli l'animaletto sul fondo del bacino e quindi di coprire il fondo stesso con uno strato in cui gli spilli possano fissarsi. Questo strato è, per lo più, di sovero ben liscio e non poroso, su cui si stende del taffetà nero; oppure è di cera essa pure annerita. Il nero del fondo serve a far spiccare le parti più esili de' visceri che, bianche ed opache per lo più, risaltano assai e l'occhio le vede meglio.

Gli spilli debbono essere esilissimi e corti onde non siano d'impaccio agli ulteriori lavori. Se le parti sono un po' voluminose si ponno tener salde con appositi uncini (1).

Per istudiare e separare le membranelle si usano degli spilli d'acciajo acuti assai e montati sopra un piccolo manico, come lo indicano le figure 8 e 9 della Tav. I.^a Di questi ce ne vogliono almeno quattro, di cui due retti (fig. 9) e due leggermente ricurvi all'estremità (fig. 8). Tutti debbono avere la medesima lunghezza tanto nella loro parte metallica che nel loro manico, perchè occorrendo spesso, mentre si anatomizza coll'occhio armato di lente, di deporli e riprenderli senza volgere ad essi lo sguardo, la mano s'abituava alla loro lunghezza e non sorge più il pericolo, nell'appressare lo strumento, di rovinare qualche parte laterale non soggetta in quel momento all'osservazione, ma destinata ad uno studio posteriore. Il piccolo manico di questi aghi non deve essere nè quadrato, nè cilindrico; non quadrato, perchè riesce un po' difficile il prenderlo in mano dal piano su cui poggia; non cilindrico, perchè rotola facilmente lontano.

Con questi aghi si ponno fare quasi tutte le operazioni dell'anatomia fina; si divaricano gli oggetti, si smagliano i tessuti, si lacerano, ove occorra, le parti. Taluni ne usano anche di taglienti per qualche tratto all'estremità e foggiate come piccole lance (Tav. I, fig. 8 bis), che io trovai utili nel solo caso di tessuti resistenti.

Strumenti taglienti a forbice. — Quando occorre di tagliare le parti si fa uso di forbicine a manico assai lungo, in paragone delle branche taglienti. Debbono essere ben affilate all'estremità; che se la parte che si vuol tagliare è

(1) L'anatomia d'un insetto richiedendo talvolta molti giorni, gli spilli metallici potrebbero ossidarsi; in questo caso sarà meglio far uso di spine vegetabili; ottime sono quelle di molte specie di *cactus*.

collocata profondamente e molto esile, l'uso delle forbici diventa incomodo e conviene allora adoperare il microtomo di Strauss, noto a tutti gli anatomici. Questo consta di una forbice a molla (Tav. I, fig. 5), delicatissima nelle sue punte, che, mentre cercano di star lontane, sono avvicinate da un'asta *C, R* su cui scorre un passo di vite, la quale, saldata su una delle branche, attraversa l'altra per un foro particolare. Su questa asticina s'avvitano due rotelle di cui l'esterna *S* impedisce il troppo divaricamento delle branche, l'interna il massimo avvicinamento. — S'adopera il microtomo comprimendo solo le due branche, e i tagli si fanno in un modo assai più semplice e facile che non colle solite forbici.

Io trovai eccellente questo strumento anche come compasso, potendosi colle dita della mano stessa, che lo tiene, far girare la rotella esterna e quindi mutar la distanza delle due punte.

Col microtomo però non si ponno fare lunghi tagli, quindi la cute del baco, che è la prima cosa a tagliarsi, io l'incido di preferenza colle forbici, onde ottenere tagli lunghi e a margini non dentellati.

Si aggiungano agli strumenti indicati molte pinzette di varie forme, alcune delle quali a presa costante.

Metodo di procedere nell'osservazione. — A questi pochi si riducono gli strumenti utili, anzi indispensabili nelle piccole anatomiche. Come è facile supporre, ne furono inventati e raccomandati altri, il cui uso però mi è parso più d'impiccio che d'utilità. Ciò su cui mi piace insistere avanti di passar oltre è sul metodo da usarsi nell'osservare i varii sistemi. Un metodo esatto, oltre che giova assai onde non sfugga cosa alcuna inosservata, è poi necessario quando non s'abbiano molti individui da sacrificare, come è frequente il caso. Siffatte anatomiche debbono praticarsi talvolta sopra un unico esemplare esistente in un museo e proveniente da lontani paesi; in questo caso è più che mai necessario di procedere con cautela onde non guastare troppo l'individuo che va ancora conservato, e non distruggere prima ciò che deve servire ad un'osservazione posteriore. Così si studiano avanti tutto i sistemi superficiali e gli apparati meno estesi nell'organismo e nei quali è d'uopo osservare subito il modo di distribuzione dei sistemi generali, come sarebbero il vascolare e il nervoso; giacchè, conosciuto il modo con cui questi sistemi si diffondono nei singoli organi, studiandone dopo i centri da cui derivano, l'anatomia loro riuscirà completa. Si deve andar guardinghi assai nel tagliare: si puntano, allontanandole, di preferenza le parti che danno qualche imbarazzo. Un filamento spezzato o si ritira verso le sue attaccature, oppure non si può più riconoscerlo fra gli altri molti che lo circondano; che se invece mantiene le sue attaccature, lo si scorge sempre, si può misurarne la

lunghezza e con alternativi moti e stiramenti si può osservare fra quali parti passi e s'interni.

Negl'insetti occorrono spesso dei filamenti tanto muscolari che nervosi d'una tenuità inconcepibile, che l'occhio anche armato di lente non vede che a stento. Ciò accade precipuamente quando siffatti fili non spiccano sul fondo della cattività, ma contro gli altri organi di vario colore. In tal caso io tengo pronto delle piccole squamette di legno nero (che levo dalla superficie d'un lapis di tal colore) e con una pinzetta cerco di farle passar sotto i detti filamenti, che appajono distinti in tutto il loro decorso.

Delle iniezioni. — Se questi fili appartengono al sistema vascolare o al sistema tracheale (nella specialità d'un'anatomia di insetti) e sono quindi tubulari, si fa uso di iniezioni, ossia dell'introduzione nel loro interno d'una materia vivamente colorata che li fa risaltare. Nel baco però io feci poco uso di iniezioni, giacchè il sistema respiratorio, che è quello che più si presta negl'insetti ad essere iniettato, si può a sufficienza scorgere anche senza questo mezzo.

Negli altri animali, come sarebbero sorci, lucertole, lumache, anellidi, si premette sempre un'iniezione generale di tutto il sistema vascolare.

Onde iniettare il baco da seta adoperai due piccole siringhe: quella di Charrière e quella di Le Blanc (Tav. I, fig. 9 bis e 10); entrambe posseggono lo stantuffo a doppio effetto, o, come lo chiamano i Francesi, *en double parachute* (Tav. I, fig. 11, 12). La disposizione dello stantuffo è un vero progresso nella struttura delle siringhe. La siringa di Le Blanc ha il vantaggio delle cannuccie esilissime che il loro autore sa costruire in modo da superare in finezza tutte quelle fabbricate da altri; ha però lo svantaggio che simili cannuccie si avvitano alla siringa, mentre vi si dovrebbero apporre per sfregamento, ciò che renderebbe l'operazione più comoda e più rapida. Quando si deve legare il vaso da iniettarsi sopra la cannuccia, l'avvitar questa nella siringa è cosa difficile e lunga mentre sta essa già legata al vaso, e principalmente se la materia di iniezione deve essere tiepida o calda. Il maneggio necessario per quest'operazione mette in pericolo il vaso e la legatura, non che l'esito tutto dell'operazione. Nel caso invece in cui, per ragioni che ponno essere molte e varie, la legatura fosse impossibile, sono da preferirsi le siringhe di Le Blanc.

Materie di iniezione. — Come materie di iniezione adoperai ora il cromato di piombo prodotto al momento (per doppia decomposizione con acetato piombico e cromato potassico), ora la terebintina con scioltovi o *bleu di Prussia* o cinabro previamente stemperato coll'olio, ora invece la gelatina ed ora il sego. Ma, ripeto, in queste anatomie feci poco uso di iniezioni.

Anatomia delle crisalidi. — In questi studii anatomici del baco la difficoltà maggiore la trovai nella anatomia della crisalide e dell'insetto perfetto, sia per le molte trachee che, piene d'aria, trascinano tutto alla superficie del liquido, sia per la delicatezza delle parti in actualità di metamorfosi. In quest'ultimo caso ovunque si tocca si fa in seno del liquido una specie di polvere organica che annebbia, intorbida l'acqua e riesce difficile il vedervi attraverso.

Modo di levare le trachee. — Allorquando sono le trachee che molestano l'osservazione e non occorra studiarle e conservarle, si levano lentamente: nel qual caso però imbrattano, aderendovi, le pinzette e gli aghi e danno così nuovo imbarazzo. Per pulire questi strumenti, io tengo sugli orli del bacinetto due lembi di tela bagnati, sui quali, senza dirigersi appositamente lo sguardo, io striscio co' miei istrumenti ogni volta che mi si imbrattano e i filamenti aderiscono alla pezzuola.

All'inconveniente dell'intorbidarsi del liquido per causa dei tessuti che si sciolgono feci riparo coll'attivare in seno del liquido del bacinetto una corrente continua, per cui l'acqua ad ogni istante si rinnova. Ciò ottenni mediante piccoli sifoni sia di vetro, sia costituiti da un fascio di fili di cotone; per tal modo il liquido rimane limpido. Un altro metodo è quello di pulire la preparazione coll'injettarvi sopra nuova acqua con una siringa che pure produce in seno del liquido una forte corrente. Questo mezzo serve ancora per vuotare le cavità membranose di quanto contengono, non che le uova dell'umor vitellino, od anche solo per isolare le parti.

Liquidi in cui si fanno le sezioni microscopiche. — Il liquido in cui feci le sezioni del baco fu ordinariamente l'acqua; tuttavia tutti sanno quanto questo liquido agisca sulla costituzione dei tessuti non solo, ma anche sulla forma generale e sui rapporti delle parti. Nell'un caso le cellule si alterano, e ogni studio istologico è impossibile; nell'altro poi, per l'endosmosi, i tubi e le cavità membranose si gonfiano, si deformano e finiscono collo scoppiare. È per siffatta ragione che le uova si guastano, che i tubi della seta si rompono e si svuotano. Tali guasti si evitano adoperando liquidi più densi che non sia l'acqua pura, quindi la si addensa con albume d'uovo fresco, con zucchero, o con gomma. Feci talvolta uso dell'umor vitreo dell'occhio di bue, oppure, secondo lo scopo, anche di spirito di vino, che ha il doppio vantaggio di togliere l'odore ingrato che talora emana da una preparazione non fresca, e di conservarla.

Questi sono i semplici processi di cui abbisognano le fine sezioni anatomiche. Quanto più io m'abituai a tali osservazioni, tanto più abbandonai e lasciai da una parte e i discotomi e i tanti strumenti complicati che occorrono nella sezione d'altri animali, ma non in quella degli insetti.

Risparmio degli individui da sacrificarsi. — Procedendo con cura si può sperare di osservar tutto e in pari tempo di far poco consumo degli animali che si debbono studiare. Per quanto l'amore mi spingesse a conoscere le verità di cui andava in traccia, tuttavia non anatomizzai mai baco senza qualche dolore e sempre cercai di diminuire la sofferenza delle mie vittime. È perciò che evitai di anatomizzarli vivi: e per ucciderli diedi loro una delle morti che sembrano le meno dolorose, quella dell'etere. A quest'uopo feci uso del vaso che trovasi disegnato nella Tavola I (fig. 13), nel quale faceva agire il potente anestetico sul misero animaletto collocato nel cestello A. Nella parte fisiologica esporrò le osservazioni che feci in proposito. Il numero dei bachi consumati non fu grande, da 50 a 60; basterà il dire che io non potei occuparmi che in due coltivazioni (1851 e 1853), e che un baco mi bastava per due, tre e più giorni. Nella mia imperizia non sarei riuscito con un numero minore, e ammirai sempre il grande Lyonet che, forse per accrescere pregio al suo stupendo lavoro (se mai a cosa si bella pregio alcuno potevasi aggiungere), non sacrificò più di sette delle larve (del *Cossus ligniperda*, ossia bruco del salice) che imprese ad anatomizzare.

Un altro vantaggio che trovai nel far uso dell'etere si fu che tutte le parti in cui entra il tessuto muscolare perdono subito ogni facoltà di contrarsi; e l'animale non si accorcia nè si raggrinza anche anatomizzato poco dopo la morte.

Ora passerò agli altri mezzi di osservazione nelle fine anatomiche, cioè ai mezzi ottici.

Uso delle lenti. — L'anatomia del baco per poca parte si può fare ad occhio nudo: per quasi tutti i suoi organi è necessario aver l'occhio armato d'una lente amplificatrice. Il maggiore o minor uso di questa è in relazione colla facoltà visiva dell'osservatore e col volume dell'animale o dell'apparato organico che si studia.

Sfortunatamente io non sono miope abbastanza per tralasciare l'uso di lente siffatta. Quanto più si è obbligati ad avvicinare l'occhio agli oggetti onde avere la visione distinta, l'angolo che i raggi luminosi fanno partendo dall'oggetto è sempre più ampio e si dipinge quindi più ampia sulla retina l'immagine sua. Mi ricordo la meraviglia che in me si destò allorquando vidi al lavoro il distinto mio amico Blanchard di Parigi, il quale avendomi concesso di frequentare il laboratorio d'entomologia del Museo di Storia naturale, mi ammise più volte ad essere spettatore del modo con cui conduceva i suoi pregiati lavori. Blanchard, in causa dell'estrema sua miopia, co' suoi occhi nudi vedeva meglio di me che li aveva armati di lente. Quando si deve ricorrere ad un vetro amplificatore si adopera un sostegno analogo a quello da me rappresentato, che in fondo è il

medesimo ideato da Strauss con qualche modificazione (Tav. I, fig. 4). Lo scopo è d'averne una lente che ingrandisca da 3 a 6 volte, la quale possa star sospesa da sè al di sopra della preparazione ed a quell'altezza che si brama. La lente non può nè deve avere un ingrandimento maggiore, perchè allora dovendo essere troppo avvicinata all'oggetto, si hanno i seguenti svantaggi:

1. L'oggetto cade nell'ombra dello strumento.
2. Si impicciolisce il campo di visione.
3. La diffrazione è troppo grande.
4. L'uso degli aghi e delle pinzette al di sotto della lente diventa troppo difficile.

La lente *P* è montata alla estremità di un tubo metallico *N* d'un pollice circa di lunghezza, che dalla parte opposta porta un diaframma avente nel mezzo un foro di 6 a 7 millimetri di diametro. Questa lente la si vede nella figura all'estremità del braccio metallico snodato *F*, *G*, *I*, *L* che la sopporta; essa è di un continuo uso per lavorare cogli aghi e col microtomo e per preparare gli oggetti che vanno sottoposti ad un ingrandimento maggiore sotto al microscopio.

Talvolta però si può far uso di lente più forte, ma che si tiene alla mano. Di questo genere è quella che il distinto ottico Henkel di Bonn usa porre nella scatola de' suoi microscopii, e che consiste in un cilindro di flint-glass lungo 0^m.025 le cui basi sono convesse (Tav. I, fig. 4 bis). Invece di lente siffatta si può usare anche il microscopio semplice di Raspail col 2.^o o 3.^o obbiettivo che lo accompagna. Tutti questi mezzi però non ci fanno arrivare alla conoscenza intima delle parti, alla natura dei tessuti che le compongono ed alla conoscenza del modo con cui questi si formano.

Uso del microscopio. — Quando le osservazioni si portano su questo difficile campo è indispensabile il microscopio. Non è mia intenzione di trattare qui del microscopio in genere e delle parti che lo compongono; è questo argomento vastissimo e già da altri discusso in apposite opere. Ciò d'altronde mi trarrebbe troppo lungi dal mio scopo.

Dirò solo che nell'anatomia del baco feci uso di un piccolo ma eccellente microscopio, fattura del suddetto Henkel, che qui amo ricordare ai micrografi per la bontà degli istrumenti che escono dalla sua officina. — Il microscopio in discorso (Tav. I, fig. 1) è analogo a quelli di Oberhauser, di Nachet, e d'altri; differisce quindi nella sua costruzione da quelli di Chévalier, di Auici e di Plössl. Consta esso d'una salda base a tamburo *B* che riceve lo specchio *m* e che da un lato sostiene una colonna triangolare *D* che porta il tubo munito delle lenti. Il coperchio del tamburo, che serve di porta-oggetti, è attraversato nel centro da un ampio pertugio *L* per cui la luce dello specchio

arriva agli oggetti, e da questi può per le lenti giungere all'occhio dell'osservatore. Il tubo riceve in alto l'oculare *H* e in basso gli obbiettivi *I*. Gli oculari sono in numero di due, da sostituirsi l'uno all'altro; il primo più debole, il secondo più forte. Gli obbiettivi invece sono tre, segnati in tal modo (\cdot), ($\cdot\cdot$), ($\cdot\cdot\cdot$), partendo, nel contarli, dal tubo su cui s'avvitano; il primo, o il superiore, è il più debole; il terzo, il più forte. Questi obbiettivi possono essere adoperati o tutti assieme, o separati; avendo nel primo caso il massimo ingrandimento ed il minimo quando s'adopera solamente l'obbiettivo superiore segnato (\cdot). — Nella cassetta esiste però anche un obbiettivo non segnato, che s'adopera da solo o col primo o col secondo oculare. Tutte queste combinazioni si possono effettuare con entrambi gli oculari.

Qui sotto pongo la tabella dei varii ingrandimenti che si ottengono col microscopio henkeliano; prima però debbo aggiungere che il tubo portatore delle lenti essendo diviso in due parti *FF*, *G*, la superiore, scorrente nell'inferiore, può essere capace d'un allungamento, che dà forza a tutte le combinazioni alle quali si aggiunge. Da ciò deriva che coll'oculare N. 2, cogli obbiettivi ($\cdot\cdot\cdot$) e coll'allungamento si ottiene la massima amplificazione di cui è capace l'istrumento, e in questo caso si ha ancora un campo ed una chiarezza veramente grandi.

Obbiettivi	Oculare	Senza allungamento	
		Senza	Con
0	1	25	
0	2	40	
1	1	45	
1	2	80	
1 e 2	1	150	220
1 e 2	2	250	380
1, 2, 5	1	250	550
1, 2, 5	2	550	560

L'ingrandimento maggiore ottenuto coll'allungamento del corpo del microscopio è assai comodo perchè non richiede di levare la preparazione per cambiare gli obbiettivi. Con un ingrandimento di 560 volte, a campo chiaro, si possono fare tutte le osservazioni necessarie.

Uso del diaframma. — Secondo che varia l'ingrandimento di cui si fa uso, ed allo scopo di premunirsi contro gli errori che le apparenze del microscopio possono cagionare, è necessario variare la quantità di luce che deve illuminare l'oggetto. A questo fine il microscopio di Henkel è munito di tre diaframmi

metallici, ognuno de' quali risulta d'un breve tubetto chiuso da una lastra metallica che porta nel centro un foro. Questo tubetto viene collocato nel mezzo del porta-oggetti ove sta l'apertura L ; n è appunto il diaframma collocato in posto. Il foro da cui sono trapassati i diaframmi varia da $0^m,001$ a $0^m,003$. Quanto più è forte l'ingrandimento di cui si fa uso, tanto più piccolo deve essere il foro del diaframma e concentrata la luce. Per far variare poi la quantità di luce senza mutare diaframma e nell'atto stesso che l'occhio fissa l'oggetto, ciò che è di somma utilità e comodità, il diaframma stesso è dotato d'un moto verticale che si produce per mezzo della leva O ; sicchè avvicinando il diaframma all'oggetto, si ha la massima luce, ed allontanandolo, la minima, perchè la luce passata da esso avanti di arrivare all'oggetto ha spazio per diffondersi. Onde avere un'idea giusta dei tessuti, e specialmente dei globuli e delle cellule, la luce deve essere poca, ed allora si abbassa il diaframma, mentre che l'occhio continua ad osservare. Quando la luce è troppo abbondante e che l'oggetto è inondato da essa, si ha confusione di linee e i suoi contorni sono meno precisi.

Fra i più recenti e migliori microscopii devo annunciare quelli dell'otico Schiek di Berlino.

Preparazione dell'oggetto da vedersi al microscopio. — L'oggetto da esaminarsi al microscopio è per lo più esilissimo e si colloca fra due lamine di vetro onde si faccia più trasparente e si riduca ad un solo piano. Perciò posto l'oggetto sopra una laminetta di vetro ben tersa e lisciata alla mola, sopra vi si pone una seconda laminetta di vetro quadrata di $0^m,01$ di lato. Lo spessore di tal lamina dev'essere minimo, p. e., $0^m,0003$ al più. Se fosse maggiore, si correrebbe rischio che, adoperando il massimo ingrandimento, superasse la distanza focale. Questo è quanto accade in alcuni microscopii di Plössl.

Quando si ha ad esaminare qualche tessuto bisogna prenderne delle piccolissime porzioni e prepararle. Questa preparazione consiste nello s fibrare la parte nelle sue più minute porzioni mediante due aghi, evitando in questo caso la compressione e lo schiacciamento. Il metodo usato d'ordinario da coloro che adoperano il microscopio, per ottenere la trasparenza colla compressione, è assai imperfetto e da evitarsi, essendo impossibile conseguire col medesimo alcuna idea abbastanza chiara. Ottenuta coll'ago la suddivisione necessaria, si sovrappone la laminetta quadrata senza comprimervi punto.

Uso del compressore. — La compressione in alcuni casi però è necessaria, quando si vuole, per esempio, osservare le relazioni delle parti, il modo di muoversi dei liquidi ne' tubi, il contenuto di cellule, che è necessario veder scoppiare sotto i proprii occhi; in questi casi si faccia uso d'una compressione

metodica, regolare ed eseguita in modo che nell'avvicinarsi le due lamine di vetro, che debbono comprimere l'oggetto, si muovano rimanendo sempre parallele fra loro, onde il liquido e le parti frapposte non sfuggano dal campo dell'osservazione, nè siano sottoposti a forti movimenti. Le quali condizioni non si potrebbero certamente ottenere se si premesse un po' più da un lato che dall'altro. A tal uopo si fa uso d'un istrumento particolare, chiamato, dall'ufficio suo, *compressore* e di cui ve n'ha di più o meno complicati. Quello di Valentin modificato da Quatrefages è il migliore, a mio credere. L'ottico signor Nachet a Parigi ne costruisce di perfetti. La modificazione di Quatrefages consiste nell'aver munito l'istrumento di piccoli piedi che permettono di collocarlo capovolto e di poter vedere d'ambo i lati la stessa preparazione senza toccarla.

Quando si fa necessaria la compressione, per lo più abbisogna anche la massima trasparenza, la quale si ottiene trattando la preparazione o con olio di mandorle, o con essenza di terebintina, o con acido acetico, a norma dei tessuti che si osservano.

Riproduzione col disegno delle preparazioni anatomiche. — È indispensabile che l'anatomico sia esso stesso il disegnatore di quanto osserva. Nessun altro occhio può supplire al suo, per quanto accompagnato da una mano più abile. Un disegnatore poi è difficile l'averlo sempre vicino, specialmente quando occorre il bisogno, per esempio allorchè si ottiene una preparazione che non si può più riprodurre e che in breve si distrugge da sè. Nè sempre un preparato riesce quando si ha l'opportunità di ritrarlo. I mezzi conservatori (lo spirito di vino, l'essenza di terebintina, l'acido cronico, ec.) sono, qual più qual meno, insufficienti, e la preparazione perde sempre della primitiva sua freschezza; il disegnatore poi non sa tener conto di tutti quei particolari di cui l'anatomico fa molto caso, e gli passano quindi inosservati o gli pajono di nessuna importanza.

Le preparazioni che si osservano ad una lente semplice si copiano come si copierebbe direttamente qualsiasi altro oggetto; quelli invece che si veggono al microscopio richieggono dei mezzi più delicati onde averne un'immagine fedele; giacchè la riproduzione di tali oggetti non ne rende solo la figura, ma può servire ancora alla determinazione del potere amplificatore del microscopio e della grandezza reale dell'oggetto.

Ad ottenere questo duplice scopo è necessario che il disegno sia dell'identica grandezza di quanto esso appare nel microscopio, e per arrivare a ciò nulla di più certo dei due metodi che ora impendo ad esporre. Con tali metodi si ottiene che l'oggetto stesso si rifletta sopra un piano sul quale si può, mediante una matita, tracciarne il contorno. In questo caso chi dubiterà della fedeltà del disegno? Un tal processo non sarebbe analogo al processo fotografico?

Metodo della doppia visione. — Il primo metodo che può servire a questa trasposizione del disegno è quello così detto della *doppia visione*, ossia dell'incrocciamento degli assi ottici.

Se si osserva un oggetto nel microscopio con un occhio solo, p. e. col sinistro, e contemporaneamente si tiene aperto il destro, e se questo venga fissato sopra un piano orizzontale, come il porta-oggetti collocato di fianco al microscopio, il qual piano inoltre sia mobile verticalmente, si arriva ad un punto in cui per un giuoco particolare de' nostri occhi l'immagine che si vede nel microscopio coll'occhio sinistro, si riflette o trasporta sopra il piano che si guarda coll'occhio destro. Il trasporto è tanto netto, che con una matita tenuta nella destra mano si può disegnare tutta l'immagine che si mira riflessa sopra detto piano. Cercando a quale altezza del piano succede il fenomeno, si trova che corrisponde alla distanza della visione distinta propria all'osservatore. Per un tal metodo è necessario un poco d'abitudine, altrimenti gli occhi si stancano facilmente e sembrano soffrire del leggiero sforzo a cui si obbligano.

Metodo della camera lucida. — Il secondo metodo consiste nell'uso d'un istrumento particolare, la cui costruzione è fondata sulle leggi dell'ottica e sulla struttura dell'occhio nostro.

Questo istrumento, semplicissimo nella sua essenza, prende il nome di *camera lucida* o *camera chiara*; esso è costruito sul principio di far deviare, mediante uno specchio od un prisma, il piccolo fascio luminoso che parte dall'oggetto, e di dargli tal direzione che contemporaneamente si possa vedere un piano su cui disegnare la proiettata immagine. Il fascio che manda l'oggetto è piccolissimo e dipinge sulla nostra retina un'immagine che ne occupa solo la parte centrale, mentre che tutto attorno di essa si dipinge il piano ove si disegna. L'ampio foro della pupilla permette questa simultaneità di visione. Wollaston, che fu il primo inventore della camera lucida, otteneva la deviazione dell'immagine mediante un prisma di flint piccolissimo e trasparentissimo; altri invece sostituirono uno specchietto metallico. Io ritengo migliore il prisma di cristallo.

Varij sono i modi di disporre l'istrumento. Alcuni lo combinano in maniera che l'immagine dell'oggetto colpisca la parte centrale della retina e quella del piano su cui dipingere ne occupi la periferia; altri invece con uno specchio anellare ottengono che l'immagine del piano colpisca il centro dell'occhio e la periferia riceva l'immagine dell'oggetto venuta dal microscopio. Queste sono modificazioni di cui io non debbo qui occuparmi; si ritenga solo che tanto in un caso quanto nell'altro l'impressione dell'oggetto e del piano è simultanea, sicchè si può all'immagine dell'oggetto sovrapporre quella che si fa colla matita seguendone i contorni.

Quantunque tale istrumento sia fondato su questi ottimi principii, pure l'effetto che se ne ottenne fino a questi ultimi tempi fu assai limitato. Solo alla sfuggita si poteva delineare l'oggetto; ed era difficile disporre il piano su cui disegnarlo, perchè doveva essere collocato troppo vicino alla base dell'istrumento. A siffatto inconveniente rimediò il già citato signor Henkel, il quale costruì una camera lucida che supera, a mio credere, tutto quanto si fece in proposito dagli altri fisici, sia per la chiarezza dell'immagine, sia pel luogo ove vien proiettata, per cui la si può disegnare con tutta comodità, e l'occhio non si stanca anche dando al disegno un finito che colle altre non si poteva ottenere che dopo. Io ho espressamente figurata nella Tav. I (fig. 2 e 3) questa camera lucida, che in particolar modo raccomando ai naturalisti (1). Essa consta di un tubo piegato ad angolo retto presso ad una sua estremità; un ramo è lungo e riesce orizzontale; l'altro è corto e si pone verticalmente sul microscopio, levandovi prima l'oculare di cui va ad occupare il posto. Il ramo orizzontale termina a diametro più stretto. Tutto il tubo internamente è nero ed alla sua spezzatura porta un prisma P' (fig. 2) che rende orizzontale il fascio luminoso che parte dall'oggetto e che può percorrere così il braccio lungo dell'istrumento. L'estremità del braccio orizzontale è chiusa da un semplice vetro, il quale permette l'uscita al detto fascio luminoso. Anteriormente a questo vetro e fuori quindi del tubo, portato da una asticina particolare, sta un secondo prismetto P'' , piccolissimo, che ha poco più di 0^m,001 di lato, contro il quale si deve applicare l'occhio nel momento in cui s'adopera l'istrumento.

Io figurai in due modi questa estremità: di profilo cioè (fig. 2), come allorchando si vede l'istrumento collocato sul microscopio; e di pianta (fig. 3), come quando si presenta all'occhio allorchè questo vi si applica sopra. Nel prismetto l'occhio colla parte centrale della retina vede l'immagine dell'oggetto, ed attorno di essa colla parte periferica della retina il piano su cui si deve disegnare e sul quale si vede proiettato contemporaneamente l'oggetto.

Norme per usare della camera chiara. — Questo piano su cui si dipinge va sempre collocato ad un'eguale distanza, giacchè quanto più lo si allontana, il disegno si fa più ampio per l'angolo che fanno i raggi che partono dal piano stesso. Ma tale distanza va stabilita e indicata, oppure va ridotta la grandezza del disegno a quella apparente dell'oggetto veduto nel microscopio di conosciuto ingrandimento.

Quanto più il piano su cui si dipinge è bruno e poco illuminato, tanto più

(1) Il sig. Henkel continua a perfezionare il suo istrumento, il cui prezzo è dalle 50 alle 60 lire austriache.

netta vi si dipinge sopra l'immagine; dirò per altro che se si guadagna in chiarezza per l'immagine, si perde alcun poco in chiarezza nel distinguere la punta della matita. Perciò io adopero o carta detta di China, oppure (ciò che trovo meglio) rendo oscura la carta ordinaria con una specie di sipario collocato dalla parte d'onde viene la luce. Quest'ombra è sufficiente e l'immagine diviene bastantemente netta.

In siffatto modo si ponno ottenere disegni assai finiti, come lo dimostrano molte delle mie tavole, cui dopo espressamente non aggiungi linea.

Determinazione della grandezza degli oggetti. — È necessario nelle osservazioni anatomiche conoscere la grandezza reale degli oggetti. I metodi onde rilevare tale grandezza variano secondo che s'osservano ad occhio nudo, o colla lente, oppure al microscopio.

Nel primo caso basta il compasso, oppure anche, come già dissi, il microtomo, riportando dopo la grandezza avuta sopra una scala metrica.

Nel caso in cui s'adopera la lente, l'uso del compasso è già incomodo, ed io adopero un semplicissimo strumento che dall'essere impiegato nella misurazione di oggetti non affatto microscopici chiamo *Plesio-micrometro*. Tale istrumento consiste in una laminetta metallica quadrata, di 0^m,003 di lato, i cui margini sono tagliati in isbieco; sul piano inclinato sta tracciata una scala di due millimetri divisi in decimi di millimetro. Questa laminetta *A* (Tav. I, fig. 6) è montata sopra un manico *B* eguale a quelli che portano gli aghi. È bene che la medesima porti la scala non solo ai lati, ma anche nel margine estremo (Tav. I, fig. 7). Mentre si anatomizza usando della lente, s'introduce l'accennata laminetta fra le viscere e le parti che si vogliono misurare. L'ago graduato di Strauss non mi riuscì così comodo.

Che se si deve ricorrere al microscopio, la grandezza reale degli oggetti devesi ottenere in vario modo, secondo il caso che sia noto od ignoto il potere amplificatore dell'istrumento: quando non si conosce la forza del microscopio non si può adoprare che il *micrometro*, oppure il metodo di paragone con oggetti di nota grandezza.

Del micrometro. — Il micrometro è una piccola lastra di vetro su cui un'arte perfettissima traccia un millimetro diviso in 10, in 100 ed anche in più parti. D'ordinario s'adopera il micrometro d'un millimetro diviso in 100 parti. L'uso del micrometro in questo caso consiste nel collocare direttamente l'oggetto sulla scala e vedere quante divisioni del millimetro occupa. Questo metodo è semplicissimo; tuttavia si è obbligati a praticarlo con molta parsimonia, 1.^o perchè è difficile che l'oggetto occupi precisamente la scala del micrometro; 2.^o perchè pochi oggetti vi si prestano; se sono opachi, per esempio, velano la scala sottoposta;

3.° perchè dovendo bagnare in questo caso il micrometro per poi pulirlo, è facilissimo che ne venga detrimento alla scala che vi è tracciata: e siccome questi piccoli istrumenti sono d'un certo costo ed è difficile averli perfetti, così si devono adoperare con molta cautela.

L'altro metodo del paragone è più praticabile e si fa con fili di noto diametro, con sabbia, cc. È metodo però solo d'approssimazione (1).

È meglio quindi conoscere l'ingrandimento del microscopio ed adoperare, per avere la grandezza degli oggetti, i metodi che hanno per base la conoscenza di questo potere amplificatore.

Quasi tutti i microscopii d'un certo merito hanno la tabella degli ingrandimenti giusta le varie combinazioni di cui sono capaci. Qualora questa mancasse, bisogna avanti tutto costruirla, il che, meglio che con qualunque altro processo, si fa mediante due micrometri, uno oculare, l'altro obbiettivo. Il micrometro obbiettivo che serve in quest'operazione è quello stesso di cui parlai più sopra; il micrometro oculare è un piccolo micrometro, per lo più di un millimetro, diviso in dieci parti, e collocato nell'oculare istesso al fuoco della prima lente che ingrandisce quasi sempre dieci volte. Si applicano questi due micrometri al microscopio e si osserva quante divisioni del micrometro obbiettivo sono coperte da una del micrometro oculare. Si istituisce la proporzione e si ottiene l'ingrandimento della lente del microscopio.

Ottenuto quest'ingrandimento, si avrà la grandezza degli oggetti facendone il disegno colla doppia visione o colla camera lucida. Il disegno sarà eguale alla grandezza apparente dell'oggetto, cioè all'ingrandimento dell'istrumento. Si dividerà quella grandezza pel numero delle volte che ingrandisce il microscopio, e si otterrà la grandezza reale dell'oggetto. Questi metodi che sembrano complicati quando solo si sentono a descrivere, diventano assai facili nell'atto pratico; e per poca attenzione che vi si presti, se ne comprende subito la razionalità.

L'uso del microscopio richiede pratica: è dessa che fa trovar subito il fuoco della lente, essa che insegna ad usare del diaframma, essa che fa evitare

(1) Esistono altri metodi, ma più complicati e meno eseguibili nella generalità dei casi: per esempio, quello dell'uso delle *viti micrometriche* nell'oculare, come trovansi nei costosissimi microscopii di Plössl. Queste viti si muovono avanti e indietro finchè le loro punte interne toccano i limiti dell'oggetto esposto all'osservazione. Il quanto esse viti saranno state mosse e la distanza a cui le loro punte si saranno fermate, daranno le grandezze dell'oggetto. Si usano anche de' fili incrociati (micrometri a fili) e tesi nel campo del microscopio e che sono parimenti mobili. — Ma, ripeto, sono questi metodi più complicati ed abbandonati dalla massima parte degli osservatori.

gli errori e li fa riconoscere. Io non aggiungerò quindi null'altro in proposito, inenleando solo che la perseveranza fa riescire in tante cose che a prima vista si direbbero insuperabili.

CAPO III.

ZOOLOGIA DEL BOMBICE DEL GELSO.

La parte zoologica che riguarda il bombice del gelso può essere esposta in poche parole. Esso non appartiene a quegli animali di problematica struttura che per mancanza di caratteri precisi ed esclusivi, o per possederne in sé congiunti di disparati fra loro, non trovarono mai fissa posizione nei sistemi zoologici, ma furono balzati dall'uno all'altro posto secondo i pensieri varii degli autori. Dacchè pervenne in Europa dalle lontane contrade donde trasse la sua origine, e dacchè il rigore sistematico cominciò ad influenzare nelle classificazioni zoologiche, il bombice del gelso trovò sempre fisso il suo posto, tranne quelle piccole oscillazioni nei subordinati gruppi dei sistemi (*familia, subfamilia, tribus, ec.*) che riuscivano inevitabili col variare degli organi assunti a regolare la gerarchia delle divisioni sistematiche. Il possedere esso palesemente l'organizzazione dei lepidotteri, l'essere munito di tutti i distintivi proprii agli animali di questa sezione d'insetti, fu causa per cui venisse da principio già assai bene caratterizzato e con ciò stabiliti anche i suoi rapporti con tutte le specie della sua classe (*Insecta*), e del suo ordine (*Lepidoptera*). — Prima di Linneo il bombice fu pur descritto zoologicamente (1), ma non inquadrato in alcun sistema, chè ancora non ne esisteva. Ecco le due prime diagnosi rigorose che noi troviamo nelle opere zoologiche, nelle quali sta descritto il bombice del gelso. Esse sono dovute l'una a Linneo, l'altra a Fabricio, gl'immortali innovatori dei sistemi di zoologia ed i grandi maestri nel descrivere i caratteri degli animali.

Linneo intitola il nostro insetto *Phalæna mori*. Ph. alis pallidis: strigis tribus obsoletis, sulcis maculaque lunari (2).

Fabricio lo intitola *Bombyx mori* (3). B. Alis reversis, pallidis, strigis tribus obsoletis, fuscis.

(1) Per descrizione zoologica intendo l'additamento di alcuni caratteri esterni che valgano a far riconoscere una data specie animale frammezzo all'altre tutte.

(2) *Systema Naturæ*, ec. Edit. XIII, 1789, pag. 2413, N. 33.

(3) Quantunque Fabricio abbia introdotto il nome generico di *Bombyx*, pure apposi al *Bombyx mori* il nome di Linneo, perchè è solo alla specie che io ho riguardo: e ritengo doversi, per

Schrank lo collocò in un genere distinto, chiamandolo *Lasiocampa mori* (1).

Boitard pone il bombice del gelso ne' suoi *lepidotteri notturni* della famiglia de' *bombiciti*, e nel genere *Lasiocampa* di Schrank così caratterizzato: ali non dentellate, le superiori a tetto, le inferiori riversate come le antecedenti, palpi che non fanno becco.

Il nome specifico venne dato a questa falena dalle foglie dell'albero di cui si nutre.

Varietà del bombice. — Il bombice del moro offre delle varietà dipendenti per la massima parte, dal modo di coltura. Pochi animali sentirono, quanto il bombice, l'influenza della domesticità e dell'assieme delle cure che l'uomo prodiga a lui ed all'albero che lo alimenta. Di queste varietà alcune sono transitorie, altre invece sono capaci di conservarsi più o meno di generazione in generazione, qualora la moltiplicazione loro si operi sotto date circostanze di località e di cibo, variando le quali il baco ritorna al primitivo tipo. Queste varietà si limitano al colore, alla durata della loro vita ed a qualche differenza di costume.

Devo qui notare però che, per quanto sensibili siano le varietà nella larva e nel bozzolo, sia per la forma che pel colore, l'insetto perfetto si trova essere sempre lo stesso.

Varietà di colore. — La tinta del baco da seta del primitivo tipo è bianca, leggermente perlacea, e talvolta volgente un poco al rosso. La farfalla parimente è bianca con qualche tinta gialliccia e con quelle striature indicate nella diagnosi sopra riportata. Il colore del bozzolo è d'un giallo d'oro con varie gradazioni; ora più pallido, ora più rossastro. Si hanno anche bozzoli volgenti un poco al violetto ed un poco al verdastro. Una varietà costante produce bozzolo bianco e seta candidissima.

Le varietà di colore nel bruco sono maggiori che non nel bozzolo.

Una varietà singolare e, direi quasi, elegante, è quella che ad ogni anello presenta un cingolo nero, che fa singolare distacco col bianco del restante del corpo. È la varietà così detta *zebrata*. I bachi che la offrono si distinguono ancora pel loro maggior volume.

denominare la specie, scegliere sempre il nome specifico più antien accoppiandolo col nome del suo primo inventore, qualsiasi poi il genere in cui, col progresso della scienza, venga la specie collocata. L'uso ora invalso di apporre ad una specie già conosciuta il nome dell'autore del nuovo genere, nella quale fu fatta entrare, mi sembra portare una deplorabile confusione. Si persuade di ciò chiunque svolga i lavori paleontologici di A. D'Orbigny, di Agassiz sugli Echinodermi, ec.

(1) Da *λίσιος*, *hirsutus*, e *κρυπη*, *eruca*. Vedi Schrank. *Fauna boica* II, 2 (153). 1802.

Un'altra varietà se ne conosce, che pare però assai rara (io non ne vidi mai); offre il baco mezzo bianco e mezzo nero nel senso della sua lunghezza (1).

Una varietà non costante è quella del baco *negrone*, il quale si presenta nero in tutta la sua superficie, ciò che è dovuto ad un colore più intenso del pigmento proprio del derma; ma è varietà che non si perpetua, come avrò a mostrare nella parte fisiologica.

Da varie esperienze che si fecero e che io ripetei sulla produzione di queste varietà, si ricava:

- 1.º Che molte varietà si hanno a caso;
- 2.º Che le varietà zebrate si conservano quando tali sono i due genitori. Alcune volte però da genitori zebraati nascono larve bianche;
- 3.º Che l'influenza del maschio predomina, sicchè quella della femmina svanisce totalmente.

Circa la permanenza del colore nel bozzolo, dirò che da seme di farfalle uscite da bozzoli bianchi e provenienti da bachi zebraati e bianchi, due soli sopra 300 riuscirono ancora bianchi; gli altri erano del solito colore dorato.

Altre varietà si hanno nel volume tanto delle larve come dei bozzoli. Il pratico distingue in queste una grandissima quantità di differenze pel volume del bozzolo, per lo spessore delle sue pareti, per la natura del filo; ad ognuna si concedono nomi particolari; vi sono varietà dipendenti dalle condizioni atmosferiche e dalla natura dell'alimento proprio di quelle date località. Altrove portate, tutte si riducono alla varietà dominante in luogo.

Boissier de Sauvage cita de' bachi verdi, varietà questa da pochissimi altri ricordata, e bisogna dire rara assai e affatto accidentale.

Per la pratica coltivazione dei bachi sono maggiormente importanti quelle varietà che stanno in qualche relazione colla copia e colla natura della seta, colla durata della vita del bruco, col consumo che esso fa di alimento, ec. Sotto tali rapporti si enumerano parecchie di queste varietà, di cui le più importanti ponno ridursi a cinque, cioè:

- 1.^a Quella comune che produce il bozzolo giallo e che offre 4 mute;
- 2.^a Quella del bozzolo bianco parimente a 4 mute;
- 3.^a Quella che ci viene dal Friuli assai grossa;
- 4.^a Quella propria del Milanese e che offre solamente tre mute;
- 5.^a Quella, finalmente, soggetta a 4 mute, ma che si può coltivare 3 volte all'anno per la rapida maturanza del germe suo, per cui le uova si svolgono poco tempo dopo essere state deposte.

(1) *Opuscoli scelti interessanti*, Nuova edizione. Milano, 1782, pag. 328.

La prima di queste varietà è quella che maggiormente conviene e che è universalmente coltivata pei minori inconvenienti e i maggiori vantaggi che offre. In essa la quantità di seta relativa alla crisalide è di circa 15 per 100, di cui 12 parti s'ottengono colla trattura. — Da questa varietà si hanno da 480 a 500 bozzoli per chilogrammo, ed il bruco maturo pesa circa 4 grammi; si numerano circa 39 mila uova per oncia.

La varietà friulana invece è assai voluminosa; i suoi bachi maturi pesano circa 10 grammi e il loro bozzolo 5. — La loro vita è più lunga e consumano maggior copia di alimento che non la varietà comune: circa 38 mila uova per oncia. La seta è grossolana.

È invece assai fina la seta nei bozzoli appartenenti alla varietà di tre mute, la quale, secondo alcuni, non sarebbe neppure una varietà, ma una degenerazione della comune; mentre diversamente, ed a ragione, ne pensa il Dandolo. Anche le uova sono più piccole, abbisognandone fino 43 mila per averne un'oncia in peso.

Una razza singolare è quella dei bozzoli bianchi, la quale in alcuni luoghi si conserva così bene, che fra milioni di candidi bozzoli non se ne mostra neppure uno giallo. Mathou de Fagère nel 1772 apportò in Francia questa razza che si conservò egregiamente. — Danno poca ma finissima seta, il cui uso però è così limitato, che non vale a farne estendere la coltivazione. — Abbisognano per un'oncia 40 mila uova; queste sono di colore un po' azzurrino.

Pel fisiologo e per l'anatomico la più strana varietà dei bachi è quella conosciuta sotto il nome di *trivoltini*, le cui uova lasciano così presto sfuggire dal loro seno il bacherozzolo maturo, che dalla primavera all'autunno si possono avere tre generazioni. Sarebbe il soverchio calore la causa di questa varietà? Alcuni vorrebbero che sì, facendo notare che nelle calde colonie, ove il baco venne introdotto, facilmente si produce la varietà trivoltina e le sue uova poco dopo deposte sviluppano l'embrione. Gli scrittori francesi sono di preferenza di questo parere, mentre alcuni autori italiani, tra cui citerò il Moretti ed il Chiolini, dicono essere una varietà distinta, poggiandosi sulla esperienza più volte replicata, che delle uova tenute a forte calore di entrambe le qualità, solo quelle si svolsero che provenivano da parenti trivoltini. — Ad onta di tal pregio i bachi trivoltini non sono da preferirsi agli altri; e tra tutte le varietà per copia ed eccellenza di prodotto va data la preminenza a quella che comunemente si coltiva da noi.

CAPO IV.

BIBLIOGRAFIA DEL BOMBICE DEL GELSO.

*Opere nelle quali si parla del baco da seta sotto i molteplici rapporti
in cui la sua storia può essere trattata (1).*

Prima G. C.

2600. Tradizione cinese dell'imperatrice Lori-Tsee.
 585. *Ezechiele*, nell'Antico Testamento, Capo XVI, v. 10, 13.
 551. *Confucio* che rapporta i libri King.
 * 384. *Aristoteles*. Περὶ ζώων ιστορίας. το Ε., n. XIX, 2 vol. in 4.° Paris, 1783.
 350. *S. Basilio*. Lettera VIII. Sui giorni della creazione del mondo. — Esamerone, volgarizzato dall'abate Jacopo Bernardi. Venezia, 1814, p. 153.

Dopo G. C.

70. *Plinii Historia naturalis*. Lib. XI, cap. 26. — L'autore in questa celebre sua opera ripete ciò che dice Aristotile, con poco di nuovo.
 95. *B. Johannis Apocalypsis*, cap. XVIII, v. 12.
 169. *Galenii Opera omnia*. — Suggestisce il filo di seta nella legatura delle vene.
 180. *Pollucis Julii Onomasticon*, lib. VII. Amsterdam, 1706.
 190. *S. Clemente Alessandrino*. Pedagogo, lib. III, c. 10.
 200. *Tertullianus*. De Pallio, cap. 3.
 218. *Eliogabalo* — in un decreto parla della seta.
 270. *Aureliano*, come sopra.
 370. *D. Ambrosii Exameron*, lib. V, c. 23.
 400. *S. Giovanni Crisostomo*. Omelia.
 500. *Servius*, in Comment. Georg. Virgilio, lib. II.

(1) Il segno * addita le opere che parlano del baco sotto il rapporto scientifico; le altre trattano l'argomento solo, o per la massima parte, dal lato industriale ed economico (*). Quest'elenco è tracciato cronologicamente. Io non intendo di darlo completo; è desso però abbastanza copioso. — La morte che, non è molto, tolse alle scienze il cav. M. Bonafous, ci privò d'una Bibliografia di tutte le opere riguardanti l'allevamento de' bachi e l'arte serica, dall'illustre baecologo annunciata e che sappiamo aver egli compilata con molta cura. — Alle opere che trattano scientificamente del baco aggiungerò, ove il caso lo richieda, un cenno sull'argomento dello scritto e sul merito suo.

(*) In questo elenco non furono comprese le opere che trattano esclusivamente della coltivazione del gelso e della manifattura della seta.

1050. *Suida*. Lexicon, lettera Y, edizione del Kuster, 3 vol.
1360. *Bonafido Paganino*. Il tesoro dei rustici. (In dialetto bolognese.)
1450. *Lazzarelli Aloysius*. Bombyx. Basilea. (Ristampato a Jesi, 1765.)
1471. *Sforza Galeazzo Maria*. Editto. Codice Visconteo Sforzesco, di Carlo Morbio. Milano, 1846.
1510. *Gustalus e Spoleto*. De sere seu de setivomis animalibus.
1527. *Vida Hieronymus*. De Bombyce. Roma.
 Traduz. italiana di Marco Sandi. Venezia, 1816.
 * * di Benedetto Del Bene. Verona, 1817.
 * * francese di Bonafous. Parigi, 1844.
1559. *Cardanus*. De subtilitate. — L'opera fu pubblicata nel 1663.
1564. *Giudiccio Livanzio*. Avvertimenti bellissimi e molto utili a chi si diletta di allevare e nutrire quegli animali che fanno la seta. Brescia.
1570. *Guasco Annibale*. Versi rimati sulla coltura dei filugelli. Alessandria.
1581. *Corsucio G. Andrea de Sascorbaro*. Il vermicello della seta. Rimini, in 4.^o
 * *Gonçalo de las Casas*. Arte para criar seda. Granada. Opusc. in 8.^o
1585. *Tesoro Alessandro*. Della Sereide. Canti 2 (doveva averne 4). (Reimpresso nel 1777.)
1599. *Olivier de Serres*. La Cucillette de la soie. Parigi. — Descrive la nascita dei bachi dalle carni morte!, i pericoli delle galline, de' sorei e de' gatti; e come si debbano difendere i preziosi insetti.
1600. *Lo stesso*. Théâtre d'agriculture et mesnage des champs. Où est représenté tout ce qui est requis et nécessaire pour bien dresser, gouverner, enrichir et embellir la maison rustique. (2.^e édit. augmentée par l'auteur. Genève, 1629.)
1602. *Le Tellier J. B.* Brief discours concernant la manière de nourrir les vers-à-soie. Paris. Opuscolo in 12.^o
1603. *Lo stesso*. Mémoire et instruction pour l'établissement des muriers et l'art de faire la soie en France. Paris. Opuscolo in 4.^o, con fig.
1609. ? Instruction for the increasing of mulberry trees, and the breeding of silkworm for the making of silk in this kingdom. London. Opuscolo in 4.^o
1626. *Polfranceschi Polfrancesco*. Del modo di coltivare i mori, insieme con la cura de' vermi da seta. Verona, in 8.^o
 * *Parisani Giacomo*. Il baco da seta. Bologna. — Assai raro.
1628. *Nozzolini*. Il sogno dei sogni, ovvero il verme da seta.
1650. *Williams*. Discovery of silkworms. London. Opuscolo in 4.^o

1653. *Zinzendorff*. Anleitung zur Pflege der Maulbeerbäume und der Seidenraupen.
1663. *Isnard Christophe*. Mémoires et instructions pour le plant. des muriers blancs, nourriture des vers-à-soie, etc. Paris, G. Soly. Un vol. in 8.° fig.
1668. *Strodamus Joh.* Vermis sericeus. Paris, in fol.
1686. *Malpighii Marcelli* Dissertatio Epistolica de Bombyce, etc. Lugduni, in fol., cum XII tab. Di pag. 44. — Opera stupenda per la copia delle osservazioni e la nitida esposizione. Di Malpighi, in riguardo agli argomenti che trattò, si può dire quanto Haller diceva di Swammerdam. Il Malpighi Olandese, che tanto li studiava da lasciar ben poco a cogliere a coloro che s'arrischiavano sul medesimo campo. L'unico difetto di tale pubblicazione sono le tavole male eseguite, quantunque l'editore le qualificò col nome di *elegantissime*.
1689.? Anweisung zur Maulbeer und Seidenzucht. Bern. Opusc. in 8.°
1692.? Trattato de' cavalleri, ovvero vermicelli che fanno la seta. Venezia, in 12.° Ristampata nel 1699.
1693.? Ausfürliche Erzählung wie Maulbeerbäume und Seidenwürmen gepflegt, gewartet, fortgepflanzt, die Seiderecht und genutzt werden könne. Leipzig. Opuscolo in 8.°
1695.? Instruction du plantage et des propriétés du murier, et du gouvernement des vers-à-soie. Lyon. Opuscolo in 12.°, con tav.
1709.? Observations sur l'économie des vers-à-soie pour l'usage de la Hollande. Amsterdam. Opuscolo in 12.°
1714. *Gonsayer Andreas*. Exercitium de Bombycibus. Resp. Conr. Gerl. 4, Hafniae. Di pag. 8.
-? Der Seidenbau in seiner nöthigen Vorbereitung, etc. Berlin. Opuscolo in 4.°
1719. *Barham Henry*. An essay upon the Silkworm. London. Opusc. in 8.°, di pag. 180.
- *Finiel Jacques*. Traité de la manière de transplanter les muriers et d'élever les vers-à-soie. Nancy, Cusson. Opusc. in 16.° fig.
1731.? Eigentliche Art den Seidenbau mit Nutzen zu tractiren. Berlin. Opuscolo in 8.°
- 1732. *Swammerdam Johan. Jac.* Biblia naturæ. Amstelodami, 2 vol. in fol. — Lavoro immenso e che mostra un'arte tutta particolare di fare le più minute e delicate anatomiche. Vi si trova figurato un sistema nervoso del baco da seta (Tav. 130 e 151).

1733. *Vallisnerii Antonii Opera omnia*. Venetiae, 1733-1783. — Descrive bene il calcino e ne discute le cause. In molta parte l'attribuisce al troppo caldo per la cottura e solidificazione del liquido del baco e della crisalide. — In altr'opera narra la storia d'un frate, analoga a quella di frate Cipolla del Boccaccio, che assicurava un villico, i cui bachi erano periti tutti del calcino, esserne causa l'aver egli lavorato il giorno di s. Antonio.
-? Compendious account of the Whole art of the silkworms. London. Opuscolo in 4.^o con 6 tavole.
1734.? *Traité curieux des vers-à-soie*, imprimé avec un *Traité des mouches à miel*. Paris, Stradhomme, in 12.^o Reimpresso nel 1752.
- 1734-36. *Réaumur. Ren. Ant. Mémoires pour servir à l'histoire des insectes*. Paris, 6 vol. (V. Tom. I, Memor. II, pl. 3, 4; Tom. II, pl. 5.) — Pochi naturalisti ebbero uno spirito così osservatore ed il dono d'una esposizione tanta chiara e persuadente quanto Réaumur. Queste sue memorie sono un vero tesoro di scienza.
1740.? *Von der Generation der Nachtgekünstelten Seidenwürmen aus Fleisch*. Breslau. (Natur und Kunstgeschichte, 6.^{te} Vers., pag. 1740.)
- 1742-44.? *Mémoire instructif sur les pépinières des muriers blancs, et les manufactures des vers-à-soie dont le Conseil a ordonné l'établissement dans le Poitou*. Poitier. Opuscolo in 12.^o
1743. *Patarol Laurentius*. Bombycum, libri tres. Venetiae.
1744.? *Beschreibung des Seidenwurms, nebst lustigen gedanken von dem was natürlich ist*. Leipzig. Opuscolo in 8.^o
1746. *Buzzoni Niccolò*. Beneficenza di Dio nella beneficenza dei bigatti, ec. Milano, F. Malatesta. Opuse. in 24.^o
1751.? *Unterricht vom Seidenbaum, und Planzung der Maulbeerbäume*. Züllichau.
- *Marani Girolamo*. Pratiche osservazioni intorno al governo de' cavalleri. Verona, Carattoni, in 8.^o
1752. *Giorgetti G. F.* Il filugello, ossia il baco da seta. — Poemetto in tre canti con annotazioni scientifiche ed una dissertazione sull'origine del baco. Venezia, in 8.^o Di pag. 208.
1753. *Zinken*. Unterricht vom Seidenbaum. Wolfenbüttel. Opuse. in 8.^o
1754.? *Mémoire pour la culture du murier et l'éducation des vers-à-soie*. Poitier. Opuscolo in 12.^o
- *Ladmiral*. L'art de cultiver les muriers blancs, d'élever les vers-à-soie et de tirer la soie des cocons. Paris, Lott et Bulard, in 8.^o figurato.

1755. *Rösel von Rosenhof Aug. Joh.* Insekten-beliüstigungen. Nurnberg, 1755.
 — La figura del baco è nel Tom. III, tav. 7 e 8.
-? Vorschlag den Seidenbau in einem Jahre zweimal mit Nutzen zu treiben. (Realzeitung, pag. 143, 151.)
1756. *Linnaeus Carolus.* De Phalæna bombyce. Dissertatio Epistolica. Upsaliae. Di pag. 12.
- *Betti Zuccuria.* Il baco da seta, poema in 4 canti. Verona, M. Moroni, in 4.º gr. (Vedi 1765.)
 -? Abhandlungen von den Maulbeerbäumen, den Seidenwürmen und der Seidenspinnerey. Berlin. Opuscolo in 8.º con 5 tavole.
1757. *Forelius Lars.* Dissertatio de cultura Bombycum et Serici. Resp. Er. Isberg. Londini, Gothor. Opuscolo in 8.º, di pag. 36.
- *Hoffmanus Godofredus.* Observationes circa bombycem sericum et morus ex antiquitate depromptæ. Tubingæ. Opuscolo in 4.º
1760. *C. C.* L'art de multiplier la soie, ou traité sur les muriers blancs, l'éducation des vers-à-soie, et le tirage des soies. Aix, David. Un vol. in 12.º
- *Thymius.* Die Praktik des Seidenbaues bestehend in 3 Theilen, etc. Berlin, in 8.º
1761. *Steinbart I. C.* Anweisung wie der Seidenbau auf die leichteste Art zu treiben. Züllichau. Opuscolo in 8.º
-? Éducation des vers-à-soie. (Journal économique, pag. 445.)
1763. *Boissier de Sauvage.* Mémoires estimés sur l'éducation des vers-à-soie. Paris et Nîmes, 3 vol. in 8.º — Descrive la posizione che i bachi hanno quando due di essi fanno un sol bozzolo, non che il meccanismo dell'uscita della farfalla dal bozzolo. Fa delle belle osservazioni sui colori dei bozzoli e cita bachi verdi e non bozzoli verdi. Ha pure un interessante articolo sul prolungamento della vita dell'uovo inverniciandolo. Nel 1765 ne fu fatta una traduzione in Milano col titolo: Della maniera di far nascere e nutrire i bachi da seta.
- *Verge.* Précis sur l'éducation des vers-à-soie. Tours. Opuscolo in 8.º
 -? Unterricht von Pflanzung der Maulbeerbaums und Pfllegung der Seidenwürme. Leipzig, in 8.º
1764.? Kurze Anweisung zur Pflanzung der Maulbeerbäume und Erziehung der Seidenwürme. Wien. Opuscolo in 8.º
1765. *Betti Zuccuria.* (Vedi 1756.) Nel 1822 ne fu fatta una ristampa dal Visaj nella raccolta di poemetti didascalici, Tom. VII. — Assomiglia il cangiamento del baco a quello dei fiori: nella crisalide sta l'insetto come il fiore nel bottone. Descrive assai bene il calcinarsi del baco,

nel canto IV. Si appoggia molto alle osservazioni di Malpighi, di Leeuwenhoek e del Libario.

1766. ? Arte di moltiplicare la seta. Milano, Agnelli. Opusc. in 8.^o — Vi si dice acido il baco calcinato.
1767. *Thomé*. Mémoires sur la manière d'élever les vers-à-soie, et sur la culture du murier blanc. Lyon et Paris, Vallat. Un vol. in 12.^o fig. (Seconda ediz., Amsterdam, 1771.)
- ? Hinlängliche Anleitung zur Seidenzucht. Ulm. Opusc. in 8.^o con 1 tav.
1768. *Grisellini Franc.* Istruzione per la coltura dei mori bianchi. Venezia. Opusc. in 8.^o
1770. *Gaubil*. Traduzione del Tchou-King.
- *Troiti* (Padre). Lettera sull'indurimento dei bachi da seta. Modena, Montanari. Opusc. in 8.^o
- *Dubet A.* La Muriometrie. Instruction nouvelle sur les vers-à-soie. Lausanne, J. Cuchet. Un vol. in 8.^o
- *Gleditsch G. J.* Grund. Anleit. zur Seidenzucht. Jena, in 8.^o
1771. ? Dizionario del filugello, che contiene le regole pratiche per la buona coltivazione di esso secondo le più recenti scoperte. Torino. Opuscolo in 8.^o
1772. *Aglia Gius.* Dissertazione storico-naturale attorno al far nascere ed allevare due volte almeno entro l'anno, anche nella Provincia Cremonese, i bachi da seta provenienti ancora da bozzoli flosci. Milano. Galeazzi. Opusc. in 8.^o
1773. *Gadd Pehr-Adrian*. Rön gjorde vid Silkes-Afwelens införande i Finland (Vetensk. Acad., II Andl., pag. 281-287.)
1774. *Büsching Ant. Fed.* Vorbereitung zur grundlichen und nützlichen Kenntniss des Seidenbaues. Berlin, in 8.^o
1775. *Breganti Jos.* Instruction familière sur l'éducation des vers-à-soie. Genève, Pollet.
- *Fabricius Joh.* Syst. Entomologiæ. Flensburgi et Lypsiæ.
- *Buffet*. Réflexions critiques sur la Muriometrie par M. Dubet. Paris. Un vol. in 8.^o
1776. *Bettoni Carlo*. Progetto per preservare i mori dalla corrente epidemia. — Fece pel primo conoscere i bachi trivoltini.
- *Bruni Girolamo*. Operazioni pratiche intorno al modo di nutrire i bachi da seta. Venezia.
- *Pimbolo Antonio degli Angelfredi* (nobile padovano). Sulla qualità degli effluy del baco da seta. Padova, Garzetta. Opusc. in 4.^o di pag. 77.

1776. *Lepechin Iwan*. Tagebuch über s. Reise durch versch. Provinzen des russ. Reiches in den Jahren 1768-69. Altenburg. 3 vol. in 4.^o
-? Vollständige auf vieljährige Erfahrung gegründete Anleitung sowohl zur Seidenzucht. Carlsruhe. Opusc. in 8.^o
1777.? Regola pratica e compiuta di allevare i bigatti felicemente. Udine, Galliei.
1778. *Castellet Carlo*. Istruzione circa il modo di coltivare i gelsi e allevare i bachi da seta, con nuove applicazioni e riflessioni. (Dal francese.) Torino, Solfietti, in 8.^o
-? Anmerkungen über den Seidenbau in Deutschland. (Vermisch. verbess. Vorschlägen, vol. 1.^o)
1779. *Bettoni Carlo*. Nuove esperienze, ec. (Vedi 1776.) Lettera all'Arduino. — Fecce bere i bachi, che ebbero molto e filarono bene.
- *March*. A treatise on Silk, Wool, Worsted, Cotton and Thread, etc. London. Di pag. 44.
 - *Purqueddù Antonio*. Il tesoro della Sardegna ne' bachi da seta e ne' gelsi. Poema sardo e italiano; dedicato al vicerè Lascaris. Cagliari.
 - *Briganti Jos*. An essay on the method of carrying to perfection the East-India raw Silk. London. Opuscolo in 8.^o
1780.? Istruzione per avere buona semente de' bachi da seta. Milano. Di pag. 7. — Venne in seguito pubblicata in aggiunta della Regola pratica, ec. (V. 1784.)
-? Beiträge zur Geschichte und Cultur der Seide. (Frank. Beitr., vol. 3.^o)
1782. *Fabroni Adamo*. Del bombice e del bisso degli antichi. Dissertazione. Perugia, in 8.^o, con 1 tav. min.
1783. *Grisellini*. Il Setificio. Memorie dodici. Verona. — Osserva il calcino nelle farfalle; prevenne il Grassi.
- *Drewes*. Ueber Maulbeerbaumzucht und Seidenzucht. Breslau, in 8.^o
 - *Bruni Gerolamo*. Sui bachi da seta. (Memoria inserita negli Atti della Società patriottica di Milano, Tom. 2.^o, pag. 36.)
 - *Thymius*. Auszug der Praktik der Seidenbaues, etc. Berlin. Opusc. in 8.^o
1784.? Regola pratica e compiuta di allevare i bachi da seta adattata alla Lombardia. Milano, Galeazzi, in 8.^o Di pag. 68, con una tavola. — Dà ottimi consigli tanto per allevare i bigatti quanto per far la semente.
- *Baumann*. Die Seidenzucht in Deutschland. Un vol. in 8.^o
 - *Fleischmann J. Mat*. Ueber die Erziehung der Maulbeerbäume. Dresden. Un vol. in 8.^o

1784. *Fabroni Adamo*. Della coltivazione del gelso e dell'educazione del filugello, ec. Perugia. Opuscolo in 16.^o
- *Chaussier*. Observations sur les procédés employés pour faire perir la chrysalide des vers-à-soie. Dijon. (Nouv. Mem. de l'Acad., 2.^o sem., pag. 80-85.)
1785. *Liverati*. Anweisung über die Seidenwürmer, etc. Postdam. Un vol. in 8.^o
1786. *Meyer*. Mémoire sur les manufactures de Lyon. Lyon. Opusc. in 8.^o
- 1788. *Ottolini Girol.* Due lettere, l'una intorno alla comune scarsezza dei bozzoli cagionata dalla 4.^a dormita nel 1786, l'altra pel comune deperimento dei bachi nel 1787, e sull'uso di una seconda raccolta in agosto. Milano, Monastero di s. Ambrogio, in 8.^o
 - *Bellardi Lodovico*. Memoria in cui proponesi un mezzo facile ed economico per nutrire i bachi da seta in mancanza della foglia recente di mori. Torino, Briolo. Opusc. in 8.^o
 - *Grignon*. Les Orangers, les Vers-à-soie et les Abeilles, poèmes traduits du latin et de l'italien. Paris, Legrangé. Un vol. in 16.^o
1788. *Mozzi Enrico*. Ricordi importanti per avere una felice riuscita di filugelli o vermi da seta. Bergamo, Pinelli. Opusc. in 4.^o
- *Deutsch*. Kürze Anweisung zur Maulbeerbaumzucht. Berlin, in 8.^o
 - *Störner v. Lud.* Abhandlung von Seiden-Flachs und Hanfbau etc. München. Un vol. in 8.^o (Ne fu fatta una ristampa nel 1808.)
1789. *Bettoli Antonio*. Il travaglio dei bachi da seta. Poemetto latino. Pavia. Un vol. in 8.^o
- *Fleischmann J. Mat.* Aufmunterung zur Seidenbau. Dresden. Opusc. in 8.^o gr.
 - *De la Brousse*. Des muriers et de l'éducation des vers-à-soie. Con 5 tav. (Mélanges d'Agricult.)
 - *Herzer X.* Samml. v. Beschreib. d. Seidenpflanze. Weissenburg. Opusc. in 8.^o
 - *Schnieber K.* Darstellung des Vortheile v. Anbau der Syrischen Seidenpflanze, un vol. in 8.^o
1790. *Maggi Carlo*. Memoria accademica sopra un nuovo metodo di far nascere con miglior riuscita i vermi da seta. Lettera all'Amoretti. Brescia, Passoni, in 8.^o fig. — È contrario al calore umano per far svolgere le uova.
- *Mayet*. Ueber die cultur der Maulbeerbaums in Deutschland. Berlin, in 8.^o
 - *Deutsch*. Kürze Anweisung zur Maulbeerbaumzucht. Berlin. Opusc. in 8.^o

1791. ? Avvertimenti pratici per l'educazione dei bachi da seta, o cavalieri, nel territorio veronese. Verona.
1792. *Bertezon Sauveur*. Réflexions sur les moyens d'améliorer la culture de la soie en France. Paris. Opusc. in 8.^o
1793. *Tullmann*. Abhandlung über d. Seidenbau. Dresden. Opusc. in 8.^o
 * *Herzer X.* Beiträge zur Kenntn. der Seidenpflanze in Bayern. Regensburg. Un vol. in 8.^o (Ristampato a riprese successivamente nel 1793 e nel 1808.)
 * *Lo stesso*. Beschreibung der Seidenpflanze. Regensburg. Opusc. in 8.^o
1794. *Blaskovits A.* Historia universalis Hyrci. Zagabria. 4 vol. in fol.
1795. *Castelli Carlo*. L'arte di filare la seta a freddo. Milano, Galeazzi. Un vol. in 8.^o — Inventò pel primo l'istrumento che a torto dopo fu detto di Rutherford.
 * *Herzer X.* Nachrichten und Selbsterfahrungen, etc. Regensburg, in 8.^o
1797. *Graymy*. Instruction sur la culture du murier, et sur les différentes manières de greffer les arbres et d'élever le plus avantageusement les vers-à-soie. Tremollière. Un vol. in 16.^o
1798. *Bettolini Mauro*. Dell'epidemic malattia de' gelsi volgarmente detta *Seccherella*. (Dagli Opuscoli scelti sulle scienze e sulle arti. Tom. XX, pag. 289.) Milano, in 8.^o
 * *Inmen v. K. J.* Anweisungen zur Bienen und Seidenzucht. Leipzig. Un vol. in 8.^o
 * *Mehler J.* Landwirthschaft d. König. Böhmen. Dresden. 4 vol. in 8.^o gr.
1799. *Bose v. K. A. II.* Handbuch der pract. Landwirthschaft. Leipzig. 6 vol. in 8.^o
1800. *Fourcroy A. F.* Systèmes des connaissances chimiques applicables à la nature et à l'art, etc. Paris, an IX. Un vol. in 8.^o — Dice, parlando del baco, una cosa molto strana: « Cette larve parvenue à son accroissement complet, forme, pour s'envelopper et se changer en chrysalide, un fil à l'aide de plusieurs trous fins, placés au voisinage de son anus » !! Dopo Malpighi!
1801. *Nicolai Kar. Heintz*. Ueber die Seidenraupen, mit Zeichn. Leipzig, Heine, in fol.
1802. *Müller. J. J.* Vom Anbau und Nutzen d. Syriichen Asklepie, Schwalbenwurz oder Seidenpflanze. Opusc. in 8.^o
- * 1803. *Abate Antonio* (penitenz. in Duomo). Educazione dei bigatti, ossia Metodo pratico per farli nascere, coltivarli e far lor fare la semente. Milano. Gir. Rossi. (Ristampato dal Silvestri nel 1808, in 8.^o, e nel

- 1850, in 12.º) — Dice il baco sano acido. Inventò una macchinetta analoga a quella ideata da Kramer per far nascere i bacherozzoli dalle uova.
1803. *Pezzoli Giovanni*. Regola pratica e compiuta d' allevare i bachi da seta. Bergamo, Antoine. Opuse. in 8.º
- *Munchhausen. C. H.* Allgemeine Landwirthschaft. Leipzig, Garden e Schatz. 12 vol. in 8.º gr.
1804. *Gotthardt. J. C.* Die Seidenraupe oder Unterricht in Erziehung und Pflege derselben. Erfurt. Un vol. in 8.º
- *Nysten P. H.* Neue an den musculösen Organen des Menschen und rothblutiger Thiere angestellte galvan. Versuche. Tubingen, in 8.º
1806. *Angeliny Agustin*. Lettres sur l'éducation des vers-à-soie et la culture des muriers blancs. Paris, Marchant. Un vol. in 12.º
- *Pietsch. I.* Praet. Katekismus über d. Seidenbau. Prag. Opuse. in 8.º
1808. *Nysten P. H.* Recherches sur les maladies des vers-à-soie et les moyens de les prévenir. Paris, Impr. impér. Un vol. in 8.º
1811. *Heintl v. Fr.* Die Landwirthschaft der österr. Kaiserthums. Wien, 3.^{te} theile, in 8.º gr.
1812. *Raynaud*. Des vers-à-soie et de leur éducation selon la pratique des Cévennes; suivi d'un précis sur les divers produits de la soie et sur la manière de tirer les fantaisies et les filoselles. Paris, in 12.º Di pag. 372.
- *Ghiliossi de Lemie Jos. Ign.* Muriers et vers-à-soie. Coni, P. Rossi. Un vol. in 8.º
1813. *Rangheri Jos.* Unterricht von der Gewinnung der Seide in Böhmen; eine treue, populäre auf eigene Erfahrung gegründete Anleitung zur Behandlung der Seidenraupen.
- *Mitterpacher L.* Opera oeconomica. Lipsiae, in 8.º
1814. *Smancini G.* Breve metodo per allevare i bigatti adattato al territorio cremonese. Lettere. Cremona, Fr. Manini. Opuse. in 8.º
1815. *Steintl*. Anleitung den Seidenraupe in Freien zu betreiben und mit der üblichen Seidenraupenzucht in Zimmer in eine sehnützliche Verbindung zu bringen. Wien, 1815. Di pag. 109. — Sostiene il metodo d'allevare i bachi all' aperto; l'autore seguì il loro sviluppo giorno per giorno, ma in fine le piogge, i venti ne distrussero una gran quantità; molti però fecero il loro bozzolo.
- *Dandolo Vincenzo*. Dell' arte di governare i bachi da seta per trarre costantemente da una data quantità di foglia la maggior copia di ottimi

bozzoli, e dell'influenza su l'aumento annuo di ricchezza. Milano, Sonzogno, in fol. (2.^a edizione nel 1818.)

- 1815. *Herold Franz*. Entwicklungsgeschichte der Schmetterlinge. Anatomisch und physiologisch bearbeitet; mit 32 taf. Cassel und Marburg, Krieger. Un vol. in fol.
 - *Dandolo Vincenzo*. Sui bachi da seta, sui gelsi e sui loro prodotti. Verona.
 - *Amoretti Carlo*. Del governo dei bachi da seta, detti volgarmente bigatti. Milano, Sonzogno. 2 vol. in 8.^o
- 1816. *Dandolo Vincenzo*. Il buon governo dei bachi da seta dimostrato col giornale della bigattiera. Milano, Sonzogno. Un vol. in 8.^o fig.
 - *Porro Lambertenghi Luigi*. Sul metodo di trarre la seta dai bozzoli per mezzo del vapore. Milano, Sonzogno. Opusc. in 8.^o, con tav.
 - *Fagnani Federico*. Notizia della bigattaja padronale detta Fagnana, seguita da alcuni cenni sui vantaggi di tali bigattiere. Milano, Bernardoni, in 8.^o
- 1817. *Da Persico G. B.* Dialoghi per l'istruzione de' contadini veronesi nel governo de' bachi da seta, con lettera alla nobile contessa Mosconi. Verona, Mainardi, in 8.^o fig. — Dice il gelso portato in Italia dalla Turchia nell'anno 1434.
 - ? Metodo facile e sicuro per far nascere e ben regolare i bachi da seta. Brescia, Niccolò Bettoni. Opus. in 12.^o
 - ? Il Brianzino, ossia Trattato sul governo dei bachi da seta. Brescia, Bendiscioli.
 - *Da Persico G. B.* Dialogo sul governo de' bachi da seta. Verona.
 - *Dandolo Vincenzo*. Storia dei bachi da seta governati con nuovo metodo, cc. Milano, Sonzogno. 3 vol. in 8.^o
 - *Lo stesso*. Avvertimenti pratico-teorici per ottenere col minor dispendio la miglior qualità e la maggior quantità di bozzoli. Firenze, Piatti.
 - *Columella Onorati Nic.* Dell'educazione de' bachi da seta. Napoli, Gio. de Bornis. Opusc. in 16.^o
 - *Fagnani Federico*. Osservazioni sul governo dei filugelli, cc. Milano, G. Bernardoni. Opusc. in 8.^o
- 1818. *Dandolo Vincenzo*. Dell'arte di governare i bachi da seta e dell'influenza sua sull'aumento annuo di ricchezza domestica e nazionale. Milano, Sonzogno. Un vol. in 8.^o fig.
 - *De Filippi G. B.* La Bigattologia epilogata, ossia Compendio di regole concernenti le cure dovute ai filugelli, e pensieretto sui registri ad esso relativi. Milano, Silvestri. Un vol. in 8.^o

1818. *Fagnani Federico*. Errori e pregiudizj sopra la sanità dei bigatti, con alcune osservazioni relative alla materia. Milano, Bernardoni. Di pag. 104.
- » *De Capitani Carlo Antonio* (parroco di Vigauò). Osservazioni sulla malattia dei bachi da seta, chiamata il *segno* o il *calcinaccio*. Milano. Giusti. Opuscolo in 8.º, di pag. 216.
 - » *Cagnoli Ottavio*. Relazione al conte Vincenzo Dandolo sul prodotto delle proprie bigattiere nel 1818. Verona.
 - » *Civati G. B.* Istruzione pratica per la coltivazione dei bachi da seta cavata dai migliori scrittori ad uso degli agenti di campagna. Monza, Corbetta. Opusc. in 8.º
1819. *Locatelli*. Nuova filanda. Opusc. in 8.º
- » *Petazzi*. Nuovo metodo per distogliere il segno nei bachi, ec. Milano.
 - » *De Capitani*. Sulla malattia del baco da seta, ec. Milano, Giusti. Un vol. in 12.º, 2.ª ediz. (Vedi 1818). — Ritieni l'A. che nessuno avanti Sauvage parlò del calcino, ciò che è falso; esso poi attribuisce tale malattia all'alta temperatura!
 - » *Lo stesso*. Regole pratiche per l'educazione dei bachi da seta, ec. Milano, Silvestri. Opuscolo in 8.º, di pag. 9.
 - » *Dandolo Vincenzo*. Brevissimi cenni sulla nuova filanda Locatelli. Milano, Sonzogno. Opuscolo in 8.º
 - » *Fontana Nicolao*. Saggio sopra le malattie del baco da seta. Milano, Silvestri. Opuscolo in 8.º — Tratta piuttosto bene la parte anatomica. Sa che alcuni bachi emettono per l'ano le membrane interne delle intestine. Dice il cuore nelle farfalle nericcio! Dice che turando le trachee, le parti corrispondenti si paralizzano.
 - » *Columella Onorato Nicola*. Dell'educazione dei bachi da seta, preceduto dal giudizio sull'opera del conte Vincenzo Dandolo: Dell'arte di governare i bachi da seta. Milano, Silvestri, in 8.º
1820. *Cagnoli Ottavio*. Relazione sul prodotto delle proprie bigattaje nel 1819. Verona, Società Tipografica, in 8.º
- *Cocchi Luigi*. Istruzione per correggere gli abusi nella coltivazione dei gelsi e dei bachi da seta. Firenze, Giuseppe Pagani. Opusc. in 16.º
1821. *Da Chiampo O. B.* Lettera sulla coltivazione dei bachi da seta. Verona, Società Tipografica, in 8.º
1822. *Dandolo Vincenzo*. La coltivazione dei bachi da seta. Verona, Società Tipografica.
- » *Betti Zaccaria*. Il baco da seta. Poemetto. Milano, Visaj, in 8.º (Ristampa fatta nella Raccolta de' Poemi didascalici.)

1823. *Pollini Ciro*. La coltivazione dei bachi da seta, coi metodi del conte Dandolo. Milano, Silvestri.
- *Petri J. C.* Ueber die Seidencultur in Russland. — Ritiene la Persia patria del bombyce del gelso.
 - *Kunth*. Aeltere Geschichte des Seidenbaues. — (Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbsflusses in Preussen, 3.^{te} Liefer.)
1824. *Smancini Gio.* Breve metodo di educare i bigatti. Lettera. Milano. V. Ferrario, in 8.^o
- *Bonafous Matth.* De l'éducation des vers-à-soie d'après la méthode de M.^r le comte Dandolo. Paris. Opuscolo in 8.^o
 - *Lomeni Ignazio*. Amministrazione economica delle foglie dei gelsi nella coltivazione dei bachi da seta. Memoria, ec. Milano, Silvestri, in 8.^o
 - *Raynaud*. Des vers-à-soie et de leur éducation selon la pratique des Cévennes. Paris, Bonard. Un vol. in 12.^o
1825. *Bonafous Matth.* Osservazioni intorno ad alcune varietà di bachi da seta. Torino, Pomba.
- *Lo stesso*. Recherches sur les moyens de remplacer la feuille du murier par une autre substance propre aux vers-à-soie. Paris, Huzard. Opuscolo in 8.^o
 - *Andree C.* Oekonomische Neuigkeiten und Verhandlungen. Jahrg. 1825.
1826. *Hazzi*. Lehrbuch des Seidenbaues. München, 1826. (Wochenblatte des Landsvereins. Jahr. XIV.)
- *Liechtenstern*. Ueber Seidebau. Berlin, in 8.^o (Seconda ediz. nel 1828.)
 - *Locatelli C. A.* Sul progetto di ottenere bozzoli da seta in Inghilterra. Osservazioni. Milano, Bernardoni, in 12.^o
 - *Gera Francesco*. Sopra una nuova specie di gelso, ec., e sopra una varietà di bachi, dai quali possono ottenersi più annue raccolte. Pavia, in 8.^o
 - *Nagel*. Die erneuerte Seidenzucht in Bayern.
1827. *Kunnegiesser*. Procopius' Geschichte seiner Zeit. Greisswalde. 4 vol. in 8.^o
- *Gera Fr. Aug.* L'arte seropedica, ossia precetti per far nascere i bachi da seta, ec. Milano, Silvestri, in 8.^o
 - *Dandolo Vincenzo*. Precetti e regole pratiche per la coltivazione dei bachi da seta. Milano, Bonfanti, in 8.^o
 - *Brugnatelli e John*. Scoperta dell'acido urico nella secrezione dei vasi malpighiani del bombyce. Pavia. (Giornale di fisica e chimica.)
1828. *Boitard*. Traité de la culture du murier et de l'éducation des vers-à-soie. Paris, Huzard. Un vol. in 8.^o fig.

1828. *Ripamonti Luigi*. Manuale del bigattiere, o Istruzione pratica pel coltivatore del baco da seta. Milano, Truffi. Un vol. in 18.°
- *Pittaro Antoine*. La science de la sétiserie. Paris, Roret. Un vol. in 8.°, con tav.
 - *Ronchi L.* Saggio sul modo di felicemente allevare i bachi da seta. Brescia, Spinelli.
 - *Mazza Angelo*. Risposta all'articolo critico sul di lui regolamento pratico per la più sicura coltivazione de' bigatti. Milano, Class. Ital.
 - *Lo stesso*. Regolamento pratico sulla formazione della miglior semente de' bigatti, ec. Milano, tip. del Commercio. Opuscolo in 8.°
 - *Bonafous Matthieu*. De l'emploi du chlorure de chaux pour purifier l'air des ateliers des vers-à-soie. Paris, Huzard. Opuscolo in 8.°
 - *Müller Joh.* Ueber ein eigenthümliches dem *Nervus sympathicus* analoges Nervensystem der Eingeweide bei den Insecten. (N. Act. Nat. Cur. Vol. XIV, par. I, pag. 71.) — Lavoro di molto pregio dal lato anatomico.
1829. *Lomeni Ignazio*. Rendiconto della coltivazione dei bachi dell'anno. (Nel primo vol. degli Annali Universali di Agricoltura.)
- . . . ? Della maniera di arrestare o togliere la calcinazione nei bachi da seta, così detta ai nostri giorni la malattia del segno. Milano, Pirotta, in 8.°
 - *Moretti e Chiolini*. Sui gelsi e sui bachi da seta. Istruzione. Milano. Stella, in 16.° fig.
 - *Rondinelli Lorenzo*. I Bruchi. Modena, Vincenzi. Un vol. in 16.°
 - *Zinken I. L. Th.* Anweisung z. Seidenbau, etc. Braunschweig. Un vol. in 8.° gr.
 - *Türk v. Wilhelm* Vollständige Anleitung zur zweckmässigen Behandlung des Seidenbaues, etc. Potsdam. 3 Theile mit. 4 Abbild. (3.^{te} Auflage, 1843.)
 - *Hout Amtmann*. Ueber die Pflanzung der Maulbeerbäume und der Seidenzucht in Deutschland, mit 4 Abbild. Postdam, in 8.°
 - *Moretti*. Sui gelsi e sui bachi da seta. Milano. (Bibl. Agraria, tom. XII.)
1830. *Lomeni Ignazio*. Della coltivazione pratica dei bachi da seta. Milano. (Dagli Annali Universali d'Agricoltura.)
- *Civati Gio. Battista*. Istruzione sulla coltivazione de' gelsi e de' bachi da seta. Milano, Silvestri. Opuscolo in 8.°
1831. *Memminger*. Geschichte der Seidencultur in Württemberg (Aus den Memminger's württemberg. Jahrbücher.)

1831. *Deby*. Manuel complet du magnanier, ou l'art d'élever les vers-à-soie, etc. Un vol. in 32.°
- *Brand. F. F.* Beobachtungen über die Systeme der Eingeweidenerven bei den Insecten. Isis. Di pag. 2003.
 - *Heintl.* Unterricht in Seidenbau.
1832. *Loiseleur Des Longchamps*. Muriers et vers-à-soie. Paris, Huzard. Un vol. in 8.°
- *Lomeni Ignazio*. La scuola del bigattiere, o Elementi teorico-pratici per l'educazione del baco da seta, compilati ad uso della gioventù lombarda. Milano, Silvestri, in 8.°
 - *Hout L.* Aufmunterung zur Seidenzucht in Deutschland, etc. Mannheim, in 8.°
 - ? Ueber die Seidenraupenzucht und die Maulbeerpflanzungen in Elsass.
1833. *Beaurepère C. F.* L'art d'élever les vers-à-soie dans le département de la Côte-d'or. Dijon, Lagier. Un vol. in 8.° fig.
- *Cagnoli A.* Coltivazione de' bachi da seta coi metodi del conte Dandolo. Verona, Società Tipografica. Opuscolo in 8.°
 - *Pollini Ciro*. La coltivazione dei bachi da seta, cc. Milano, Silvestri. 2.^a edizione. Opuscolo in 8.° (Vedi 1823.)
 - *Dindorf*. Procopius' Sammtl. Woche deutsch. v. Vincenzo Dandolo. Leipzig. 3 vol.
 - *Reina Lodovico*. Metodo facile e sicuro per far nascere e ben regolare i bachi da seta. Como, Ostinelli. Opuscolo in 8.° fig.
 - *Hoffmann*. Anleitung zur Seidenzucht in Ungarn. Wien, in 8.°
1834. *Lomeni Ignazio*. Varietà agrarie, economiche e tecnologiche. Milano, Edit. degli Am. Univ. d'Agricoltura. 3 vol. in 8.°
- *Bodin Soulange*. Ueber die Kultur des vielstengeligen Maulbeerbaums.
1835. *Lomeni Ignazio*. Del Calcino e del Negrone. Malattie dei bachi da seta. Memorie cinque. Milano, Silvestri, in 8.°
- *Bassi Agostino*. Del mal del segno, calcinaccio o moscardino, ed altre malattie del baco da seta, e sul modo di liberar le bigattaje anche le più infestate. Lodi, O्रेसи.
- Nel 1835 comparve la Parte Teorica; nel 1836 la Parte Pratica; nel 1837 un'Appendice.
- *Balsamo-Crivelli Giuseppe*. — Primi annunci della scoperta della botrite. Gazzetta di Milano, 17 giugno e 25 luglio.
 - *Lo stesso*. Osservazioni sulla *Botrytis Bassiana*, ed indagini relative

alla sua origine e sviluppo. (Nella Bibl. Ital., tom. 79, p. 125.) Nello stesso volume si trova anche una *Nota* in aggiunta a queste osservazioni, che furono nello stesso anno riprodotte nella *Linnaea* che si pubblicava ad Halle, vol. VI. — In queste pubblicazioni del prof. Balsamo sta la prima proclamazione della vera natura del calcino.

1835. *Calderini Carlo Ampelio*. Del mal del segno, calcinaccio o moscardino. Milano (dal Ricoglitore). Opuscolo in 8.^o
- » *Valagussa Natale*. Il bigattiere di Brianza. Monza, Corbetta, in 12.^o
- » *Biffignandi Antonio*. Discorso critico sulle bigattaje dominicali o dandoliere restituite alla pristina istituzione. Milano, Silvestri. Opuse. in 8.^o
- » ? Del modo di far nascere ed allevare i bigatti, con un breve trattato sulla coltivazione dei gelsi. Milano, Agnelli. Un vol. in 16.^o
- » *Brundt F. Frid*. Bemerkungen über die Mundmagen oder Eingeweidenerven. (*Nervus sympathicus, seu nervi reproductorii*) der Evertebraeten. Leipzig, L. Voss, mit. 3 Kpft., in 4.^o gr. (Aus. den. Mem. der R. Akad. der Wissensch. abged.)
1836. *Bassi Agostino*. Del mal del segno ed altre malattie dei bachi da seta. Novara, Rasario. 2 vol. in 8.^o
- » *Borelli Nicola*. La Bombiorgica. Foggia.
- » *Molossi Lorenzo*. Breve guida pel governo dei bachi da seta, compilato ad uso delle donne dello Stato di Parma. Parma, Carmigiani. Opuscolo in 8.^o
- » ? Notice sur l'extinction de la chrysalide des vers-à-soie. Montpellier. In mezzo fol.
- » *Magrini Luigi*. Descrizione di un nuovo taglia-foglie pei bachi da seta. Padova, Minerva. Opuscolo in 8.^o fig.
- » *Barba*. De la Museardine, avec une planche, Paris, in 8.^o Di p. 82.
- » *Cominzi Angelo*. Esperienze dirette a conoscere l'efficacia dei due metodi profilattico e curativo proposti dal dott. Agostino Bassi per curare e prevenire le malattie del calcino nel baco da seta. Verona, Libanti, in 8.^o
- » *Kulina v. J.* Der weisse Maulbeerbaum und die auf ihm begründ. Seidenzucht. Prag. Opuscolo in 8.^o grande.
- » *Lomeni Ignazio*. Del Calcino. Milano. Opuscolo in 8.^o
- » *C. T.* Dizionario del bigattiere, ec., con un'analisi dell'opera del dottor Bassi sul Calcino. Milano, Silvestri.
- » *Lomeni I.* Rendiconto della coltivazione dei bachi dell'anno 1836.
- » *Lo stesso*. L'innocuità e l'efficacia de' liscivj medicinali proposti dal

- dottor Agostino Bassi per cura del mal del segno. (Dagli Annali Universali d'Agric.)
1836. *Fraissinet Ch.* La guide du Magnanier. Valence et Nîmes, Bellivet. Un vol. in 8.º, ediz. 4.ª
- *Dandolo Vincenzo.* Il buon governo de' bachi da seta. Milano, Sonzogno. Un vol. in 8.º (Terza edizione.)
 -? Ueber die Fortschritte des Seidenbaues in preuss. und norddeut. Staaten.
1837. *Bouffous Matt.* Dell' arte di coltivare i gelsi e di governare i bachi da seta secondo il metodo cinese. Torino, G. Pomba. Un vol. in 8.º
- *Barbò Giac.* Descrizione d' una nuova bigattaja salubre ideata dal signor d'Arcet. Milano, Ubicini.
 - *Julien Stanislas.* Résumé des principaux traités chinois sur la culture des muriers et l'éducatons des vers-à-soie. Paris. Un vol. in 8.º
 -? Dell' arte di coltivare i gelsi e di governare i bachi da seta secondo il metodo cinese. Sunto di libri chinesi, trad. in francese da S. Julien. Torino, Pomba, in 8.º fig.
 -? Lo stesso, tradotto in tedesco dalla traduzione francese da F. L. Linden. Stuttgart.
 - *Lorenzi Bartolomeo.* Trattato sopra la coltivazione dei gelsi, coll'addizione dell'Egloga sopra i bachi da seta, dell' abate Lorenzo Crico. Milano, Silvestri. Opuscolo in 8.º
 - *Annales de la Société Séricicole*, 1.ª Numéro. — Da quell' epoca la benemerita Società continua le sue pubblicazioni di molto interesse. In questo repertorio si trovano interessanti scritti che qui sarebbe troppo lungo di enumerare.
 - *Hugon Th.* Observations sur les vers-à-soie et sur les soies de la province d'Assam. (Ann. des Sc. Nat., Vol. XI, 1839. Estratto dal Giornale della Società Asiatica del Bengala, 1837.)
 -? Il Bigattiere. Istruzioni pratiche per fare la semente dei bigatti, e teorie per le siepi e pei boschetti dei gelsi. Cremona, Feraboli, in 8.º
 - *Bassi Agostino.* Memoria in addizione alla di lui opera sul Calcino. Milano, Molina. Opuscolo in 8.º (Vedi 1835.)
 -? Die Blätter der *Scorzonere* oder Schwarzwurzel als surrogat für die Maulbeerbäume, etc.
1838. *Cominzoni Angelo.* Esperienze dirette a conoscere l'efficacia dei due metodi profilattici e curativi del dottor Bassi. Verona.

1838. *Dujardin*. Mémoire sur la culture du murier et sur l'éducation des vers-à-soie dans le centre et le nord de la France. Rouen, Baudry. Opuscolo in 8.^o
- *Lomeni Ignazio*. Osservazioni sulle esperienze del dott. Angelo Comin- zoni, dirette a conoscere l'efficacia del metodo del dottor Bassi per prevenire e curare la malattia del calcino. Milano, Visaj.
 - *Comin- zoni Angelo*. Confutazione delle osservazioni pubblicate dal dot- tor Ignazio Lomeni contro alle esperienze di lui sui metodi profilattici e curativi per prevenire e curare la malattia del calcino nei bachi da seta. Verona, Bisesti.
 - *Finco Antonio*. De' bachi da seta, loro origine, ec. Padova, tipografia del Seminario. Opuscolo in 8.^o
 - *Puvis M. A.* Lettres sur l'éducation des vers-à-soie. Paris, Huzard. Un vol. in 8.^o
 - *Robinet*. Situation de l'industrie séricène dans le Département de la Vienne. Di pag. 15.
 -? Metodo facile e sicuro per far nascere e ben regolare i bigatti. Cremona, Fr. Manini, in 12.^o
 - *Audouin*. De la Muscardine. Recherches anatom. et physiol. sur cette maladie, avec 2 planches.
 - *Couvry Rolard*. Exposé de diverses expériences faites sur la Muscardine.
 - *Lengerke Alex.* Landwirthschaftliches conversations-lexicon, etc. Prag. (pag. 370-390.)
 - *Balsamo-Crivelli Giuseppe*. Sopra l'origine e lo sviluppo della *Botrytis Bassiana*, e sopra una specie di mucorino anch'esso parassito. Lettera al prof. Brugnatelli. (Bibl. Ital., tom. 90.)
1839. *Hoffmann*. Seidenerzeugung. Würzburg.
- *De Soresina Vidoni Bart.* Genesi del calcino. Cremona, Feraboli, in 8.^o Di pag. 21.
 - *Bonafous Matt.* Avviso ai coltivatori sui bachi trivoltini, ossia sui bachi da tre raccolte. Torino, Chirio, in 8.^o
 - *M. G.* Memorie ed osservazioni sulla vera causa della malattia e svi- luppo del calcino nei bachi da seta. Verona, Libanti, in 8.^o
 - *Freschi Gherardo*. Guida per allevare i bachi da seta sulle tracce di Reina e di Beauvais. S. Vito, Pascatti, in 8.^o
 - *Bassi Carlo*. Osservazioni sugli studj di Guerin-Méneville e Robert intorno al calcino. Milano.
 - *Solari Angelo*. Metodo facile e sicuro di coltivare i gelsi e i bachi da seta. Milano, Ferrario, in 8.^o

1839. *Bossi*. Les vers-à-soie dans le canton de Genève: 1.^{er} rapport. Genève. (Extr. du Bull. de la Cl. d'Agr. de la Soc. des Arts de Genève.)
- *Johannis*. De le Muscardine, et des moyens, etc. (Ann. des Sciences natur. Paris, T. XI.)
 - *Dewhurst*. Natural history and menagement of the Silk worm. London, Benn. (Seconda ediz.)
 - *Devilliers Alexandre*. Nouveau Manuel complet de la soierie. Paris. Roret. 2 vol. in 16.^o, avec planches.
 -? Istruzione del miglior metodo per la coltivazione de' bachi da seta. Milano, Borroni e Scotti, in 8.^o
 - *Strauss Durekeim*. Sulla formazione della seta nei bachi. — Osservazioni delicate intorno al primitivo modo di trovarsi della materia sericea nell'organo che la produce. Pare tuttavia erronea la spiegazione che dà del fenomeno.
 - *Bianchetti Carlo*. Istruzione pratica sul governo dei bachi da seta secondo il nuovo e sicuro metodo introdotto e perfezionato dalla nobile famiglia Reina. Milano, Visaj, in 8.^o
 - *Helfer T. W.* Mémoire sur les vers-à-soie indigènes dans l'Inde. (Ann. des Sc. natur. Paris, T. XI.)
 - *Loiseleur Des Longchamps*. Nouvelles considérations sur les vers-à-soies pour servir à l'histoire de ces insectes. Paris, Huzard. Un vol. in 8.^o con tav.
 - *Moretti G. e Chiotini C.* Sui gelsi e sui bachi da seta. Milano, Stella. Un vol. in 16.^o con tav., edizione seconda.
 - *Robinet*. Mémoire sur la filature de la soie. Paris, Huzard. Un vol. in 8.^o con tav.
 - *Bassi A.* Prima istruzione per evitare il mal del calcino nei filugelli. Milano, Molina.
 - *J. Bourcier*. Formation de la soie chez la chenille du murier (B. mori Fab.), avec 2 planches.
 - *Robinet*. Mémoire sur la formation de la soie. Paris. Un vol. in 8.^o (Ristampato ripetutamente in seguito.)
1840. *Vascotti Bartol.* Codice pel regno dei bachi da seta. Venezia, Molinari. Un vol. in 8.^o
- *Freschi Gherardo*. Guida per allevare i bachi da seta. San Vito, Pascati, in 8.^o
 -? Quadro sinottico eretto dietro la guida di G. Freschi per condurre calcolatamente qualsiasi partita di filugelli sul modello d'una

- bigattiera mediocre di 36 a 40 graticci, ec., e del prodotto di libbre 500 con once 3 di semente. San Vito, Pascatti, in fol.
1840. *Cambiagli Giuseppe* (fattore). Il bigattiere, ossia Osservazioni pratiche per il buon governo dei bachi da seta. Milano, Edit. degli Ann. Univ. di Scienza ed Industria, in 8.º
- » *Bianchetti*. Istruzione pratica sul governo de' bachi da seta. Novara. Un vol. in 8.º
- » *Bonafous Matth.* Traité de l'éducation des vers-à-soie, et de la culture du murier. Paris, L. Bouchard-Huzard, 4.º édit. Un vol. in-8.º
- »? L'educazione dei bachi da seta come si pratica in Brianza. Milano, Pirola. Opuscolo in 8.º con tav.
- » *Terzaghi Ercole*. Il bigattiere alla prova, ossia Nuove istruzioni de' bachi da seta, tratte dai migliori autori antichi e moderni, e confermate dall'esperienza. Milano, Visaj, in 8.º
- » *Rosuati B. G.* Esperienze e risultati sui bachi da seta, nutriti con foglie di *Machura aurantiaca*, nuova specie di spino americano. Memoria. Milano, Silvestri, in 8.º
- » *Santes Ant.* Instruction en forme de catechisme pour l'éducation des vers-à-soie. Paris, M. Aurel. Un vol. in 12.º
- » *Strada I. L.* Riforma della bigattiera, e reintegrazioni da farsi ai bachi. Ragionamenti e disegni, ec. Milano, Messaggi, in 8.º fig.
1841. *Bellani A.* Di quanto ancora rimarrebbe a sapersi intorno alla coltivazione de' bachi. Milano. Opuscolo in 8.º
- » *Bossi*. Les vers-à-soie dans le Canton de Genève. 2.º Rapport, lu à la classe d'Agriculture. (Extr. du Bulletin de la Classe d'Agriculture de la Soc. des Arts de Genève.)
- » *Cavour Camillo*. Lettera al barone de Montemartre de Boisse. (Dal Repertorio d'agricoltura, Tom. XIV). Torino, in 8.º
- » *Gasparin*. Essai sur l'histoire de l'introduction du ver-à-soie en Europe. et Mémoire sur les moyens de déterminer la limite de la culture du murier, et de l'éducation des vers-à-soie. Paris, Bouchard-Huzard. Un vol. in 8.º
- » *Guenzati Giuseppe*. Vero metodo per far nascere la semente dei bachi da seta. Milano, Visaj. Opuscolo in 8.º
- » *Kittel*. Beantwortung der Frage: Was der Einführung der Seidenzucht in Bayern und überhaupt in Deutschland entgegen.
- *Protasi G. D.* Stufa economica e semplicissima per far nascere i bachi da seta. Novara, Crotti, in 8.º

1841. *Riva B.* Bigattaja alla Beauvais.
- *Strada Luigi.* Mobile-bigattiera-Strada privilegiata e sperimentata, e proposta anche coll'appoggio dell'induzione desunta dalle ricerche di Audouin, ec. Milano, Guglielmini, in 8.º
 - *Lo stesso.* Mobile-bigattiera-Strada, privilegiata, premiata, sperimentata, ec., il tutto per opera dell'inventore e scopritore, ec. Milano.
 - *Stradivari Cesare.* Sull'educazione dei bachi da seta, e sulla coltivazione dei gelsi. Memoria premiata dall'I. R. Istituto Lombardo. Milano, Bernardoni, in 8.º
1842. *Bonafous Matteo.* Trattato e scritti varj intorno all'educazione dei bachi da seta ed alla coltivazione dei gelsi. Traduzione del dottor Francesco Spreafico, con annotazioni del traduttore. Milano, G. Silvestri. Un vol. in 8.º
- *Boulleois Fréd.* Conseils aux nouveaux éducateurs des vers-à-soie. Paris, Bouchard-Huzard. Un vol. in 8.º
 - *Bucellati Alessandro.* Infallibile mezzo onde guarentire i bachi da seta contro il calcino o mal del segno, ovvero Definizione di questo morbo devastatore. Milano, Visaj, in 16.º
 - *Finco Antonio.* Sull'influenza del tempo dell'accoppiamento sulla più o meno perfetta fecondazione dell'uovo del baco da seta. Memoria, ec. Padova, Sicca, in 16.º
 - *Lombardini Placido.* Il bacofilo generale, ossia Riflessioni generali sul modo di far meglio prosperare i bachi da seta, ed avere meno danno dalla loro malattia, con nuovo disegno di bigattiera, susseguito di note sulle memorie dei signori Stradivari e Bucellati. Milano, Pirola. Un vol. in 8.º fig.
 - *Da Persico G. B.* Lettere due con precetti sul governo dei bachi da seta. Verona, Libanti.
 - *De Soresina Vidoni Bart.* Le Bigattiere; proposte. Milano, Pirola. Opusc. in 4.º con tav.
 - *Acerbi Giuseppe.* Educazione autunnale dei bachi da seta con semente ordinaria conservata in ghiacciaje. Milano, Bernardoni.
 - *Burdia figlio magg.* Intorno all'educazione molteplice dei bachi da seta. Milano.
 - *Lo stesso.* Memoria intorno all'industria serigena. Torino.
 -? Istruzione sommaria per le piccole bigattiere, e per le bigattiere coloniche, pubblicate per cura della Camera Provinciale di Commercio in Treviso. Treviso, Andreoli, in 8.º

1842. *Meifredy Herm.* Éducation des vers-à-soie à l'aide d'une nouvelle magnanerie perfectionnée à tables mobiles. Turin, Chirio e Mina, in 8.º
1843. *Baldassini Francesco.* Alcuni cenni storici sul gelso delle Filippine in riguardo all'allevamento dei bachi da seta. (Dalle Mem. della Soc. Agr. di Bologna, vol. 2.º)
- » *Bellani Angelo.* Sull'educazione autunnale dei bachi da seta. Milano. (Dal Giornale Agrario.)
- » *Bonafous M.* Traduzione dell'opera di Olivier de Serres.
- » *Campostrini.* Sulle uova dei bachi da seta. Verona.
- » *Courrech De Pont.* Manuel populaire pour l'éducateur des vers-à-soie, etc. Tarascon, Aubanel. Opusc. in 8.º
- » *Galvani A.* Sul seceume o macchie della foglia. San Vito. Opusc. in 8.º
- » *Garulli Aless.* Ragionamento accademico sul proposito del nuovo metodo d'allevare i vermi da seta mediante il così detto albero artificiale. Loreto.
- » *Guillaumin A.* Vers-à-soie. Éducatons d'automne. Chartres, Garnier. Opusc. in 8.º
- » *Laeroze L.* Manuel pratique élémentaire de la culture du murier blanc et de l'éducation des vers-à-soie dans le Dép. du Puy de Dôme. Clermont, Perolt. Un vol. in 8.º
- » *Levi Felice.* Delle molteplici educazioni dei bachi da seta in Italia.
- » *Meifredy M. I.* Méthode synoptique pour servir à connaitre la maladie dite Lienterie. Un foglio litogr. e color.
- » *Olivier de Serres.* La cueillette de la soie par la nourriture des vers qui la font. Paris, Huzard. Un vol. in 8.º (V. 1599.)
- » *Da Persico G. B.* Lettere e precetti sul buon governo dei bachi da seta. Verona, Libanti, in 8.º
- » *Robinet.* La Muscardine; des causes de cette maladie et des moyens d'en préserver les vers-à-soie. Paris, Huzard. Un vol. in 8.º
- » *Signorelli Silvestro.* Metodo pratico per il buon governo dei bachi da seta proposto ai coltivatori del medesimo, ed in ispecie a quelli della Provincia della Lomellina. Pavia, in 8.º
- » *Turk v. W.* Vollständige Anleitung zur zweckmas. Behandlung des Seidenbaues, Leipzig, Reichenbach. Un vol. in 8.º
- » *Pelzers Ph. Jac.* Aufmunterung zur Anpflanzung und Zucht des Maulbeerbaumes, etc.
1844. *Boutlenois.* Un dernier mot de reponse à M.^r de Labaune président, sur les nouvelles méthodes et les petites éducations. Paris. (Annales de la Société séricicole.)

1844. *Boulleuois*. Sur les nouvelles méthodes et les petites éducations. Paris. (Annales de la Société séricicole.)
- *Comte P.* Éducation des vers-à-soie, poème en deux chants en forme d'instruction familière précédé de l'art de culture du murier. Bagnat, A. Roche. Un vol. in 12.^o fig.
 - *Frosio Roncalli Giovio*. Il Bigattiere istruito, ossia Manuale di pratiche istruzioni elementari ad uso de' contadini. Bergamo, Sonzogno, in 8.^o
 - *Gera Francesco*. Notizie intorno alla produzione della seta nella Russia. Treviso, Andreoli, in 8.^o
 - *Lucisa della Rocchetta Leopoldo*. Sull'allevamento del baco da seta nelle località in cui domina una temperatura soverchiamente umida. Milano, Guglielmini, in 8.^o
 - *Lo stesso*. Concorso con premii proposto da lui nel Comune di Rocchetta Tanaro durante la primavera 1844. Milano, Guglielmini, in 8.^o
 - *Peroni Angelo*. L'educazione del baco da seta. Brescia, in 8.^o
 - *Protasi G. Dom.* Sopra alcune malattie dei bachi da seta. Memoria letta nelle adunanze del Comizio Agrario di Novara. In 8.^o
 - *Robinet*. Des races des vers-à-soie, et de l'emploi de la feuille mortillée en 1844. Paris.
 - *Lo stesso*. Mémoire sur la formation de la soie. Paris, Huzard. Op. in 8.^o
 - *Rosuati Bart. Gab.* Esperienze e risultati sui bachi da seta nutriti colla *Maclura aurantiaca*. Milano, Silvestri.
 - *Plattner E. A.* Mittheilungen über die Respirationsorgane und die Haut bei den seidenraupen. (Dagli Archivi di Müller, 1842.) — Questa Memoria è interessante per dati preziosi che vi si trovano sulla formazione e distribuzione delle trachee, sul sistema nervoso, ec. È falso però il paragone che fa delle cellule epiteliali della pelle del baco ripiene di chitina coi corpuscoli ossei dei vertebrati.
1845. *Bonfi Giuseppe*. Il bombice del moro. Dissertazione inaugurale. Pavia, Bizzoni, in 8.^o — Breve, ma accurato lavoro, che emerge fra tutte le produzioni di simil genere. L'autore cita l'acidità del baco calcinato.
- *Bassi Agostino*. Il vero e l'utile pel maggior bene dei coltivatori e dei proprietari di gelsi e bachi da seta; con una descrizione di una nuova maniera di fare il bosco ai filugelli. Memoria quarta. Lodi, Wilmant.
 - *Boruati G. M.* Metodo d'educare i bachi da seta e di prevenire le malattie del giallume e del negrone. Milano, Bernardoni, in 8.^o
 - *Broglià Antonio* (arciprete di Lazise). Metodo pratico di coltivare i bachi. Verona. — Pregiato lavoro.

1845. *Giordani Vincenzo*. Nuova bigattiera appropriata alla 4.^a e 5.^a età dei bachi, Padova. Opusc. di pag. 23, con tavole. — È fra quelli che propongono gli escrementi dei bachi pei buoi!
- » *Saccardo Luigi*. Il Calcino o mal del segno nei bachi da seta non è contagioso. Scoperta e dimostrazione delle cause donde deriva, comprovata dagli esperimenti, e metodo generale di coltivazione. Padova. Tipi del Seminario. Un vol. in 8.^o con tav.
- » *Pagani G. B.* Ragionamento sui bigatti secondo l'ingegnere Saccardo.
- » *Strada Luigi*. Bachi da seta: errori e pregiudizj che sono d'ostacolo alla proficua riuscita loro, e causa principale della loro degenerazione. Ragionamento, osservazioni, esperimenti e ritrovati dell'inventore della mobile bigattiera. Milano, Silvestri.
- » *Tramontini Giuseppe*. Nuovo metodo di mantenere i bachi colla foglia secca. Milano, Pirola. Di pag. 13 in 8.^o
- » *De Vincenti*. Giornale di osservazioni dell'educazione del baco da seta. Napoli.
- » *Robinet*. Recherches sur la production de la soie en France. 3.^e Mémoire: des races. Paris. Huzard. Un vol. in 8.^o con tav.
- » *Lo stesso*. La Muscardine, des causes de cette maladie et des moyens d'en preserver les vers-à-soie. Paris, Huzard. Un vol. in 8.^o, 2.^a ediz.
- » *Vicino Felice*. Il baco da seta, poemetto. Torino, Chirio e Mina. Un vel. in 8.^o
- » *Bassi Carlo*. Ueber die Verrichtungen der Geschlechtheile von *Bombyx mori*. Isis. Di pag. 631. (Estratto dall'originale italiano.)
1846. *Holtthey*. Das Wichtigste über den Seidenbau; das Insect betrachtet als raupе, als puppe als schmetterling und als ei. Nebst eine einrichtung zu einer zweckmässigen Behandleings art derselben gestutzt aus 6 jahre, mit Steinzeich. Münster, in 4.^o gr. — Questo lavoro non ho potuto mai averlo; certamente ni sarebbe stato di un'utilità senza pari, se l'opera corrisponde al titolo. Non lo vidi però mai citato nelle opere d'anatomia comparata.
- » *Giusti Giusto*. Il baco da seta tesse il bozzolo in un mese luare. Modena. Cappelli. Opusc. in 8.^o
- » *Bertolotti Giuseppe*. Metodo per la coltivazione dei bachi da seta. Venezia, Merlo, in 8.^o
- » *Giordani Vincenzo*. Nuovo opuscolo sulla coltivazione dei bachi da seta, con modelletto in legno ad uso di bigattiera. Padova, Penada. Opusc. in 8.^o

1846. *Guenzati Giuseppe*. Manuale del cultore della seta. Milano, Visaj. Opusc. in 8.^o
- *Saccardo L.* Sunto del ragionamento in appendice all'opera sulla scoperta delle cause del calcino nei bachi da seta. Padova, tipografia del Seminario.
 - *Baullenois*. Compte rendu des travaux séricicoles en 1846.
 - *Stagnoli Giacomo* (di Cerano). Metodo razionale per la coltura dei bachi da seta. Memoria letta al Comizio della Lomellina. Milano, Pirotta, in 8.^o
 - *Alessandrini*. Esperienze sul baco da seta.
 - *Magrini L.* Sulla razionalità di alcuni mezzi impiegati a preservare dal calcino i bachi da seta. Milano, Redaelli. Opusc. in 8.^o
 - *Meifredy Ementario*. Di una quarta educazione di bachi da seta. (Estratto dal Rep. d'Agric. e delle Scienze econ.) In 4.^o
 - *Julien Stanislaò*. Riassunti dei principali trattati chinesi sulla coltivazione dei gelsi e l'educazione dei bachi da seta. Tradotto dal francese da Magni. Milano, Manini, in 8.^o — Vi si descrive il metodo di far morire le crisalidi col porre i bozzoli a strati tra sale e foglie di *Nymphar* (*Nymphæa lutea*). Vi vengono citate sei malattie a cui vanno soggetti i bachi quando sono al bosco.
 - *Robinet*. Recherches sur la production de la soie en France. 4.^e Mémoire. Opuscolo in 8.^o
 - *Locatelli Elia*. Industria serica, cc. Milano, Guglielmini. Opusc. in 8.^o con tav.
 - *Perris Eduardo*. Traité de la culture du murier, de l'éducation des vers-à-soie etc. Mont-de-Marsant, Leclerq. Un vol. in 8.^o
 - *Robinet*. Éducation des vers-à-soie: Mémoires sur l'industrie de la soie. Paris, Millet et Robinet. Un vol. con tav.
 - *Vecchiotti Niccolò*. Il baco da seta. Milano, tip. dei Class. ital. Un vol. in 16.^o con tav.
 - *Torelli Gius.* Trattato sulle piantagioni dei gelsi e l'educazione dei bachi. Milano, in 8.^o
1847. *Bassi Carlo*. Rapporto alla sezione di zoologia, anatomia comparata e fisiologia del congresso di Venezia sul passaggio delle materie ingerite nel sistema tracheale degli insetti. — Con varii artifizi riuscì all'autore di persuadersi che l'indaco dato da mangiare alle larve del bombice del moro passi nello spazio intermembranulare delle trachee, non solo delle larve ma ancora dell'animale perfetto.

1847. *Fraissinet Charles*. La guide du magnanier. Nimes, Ballivet. Un vol. in 8.° (4.ª ediz.)
- *Lo stesso*. Méthode Fraissinet, ou l'art d'obtenir les œufs des vers-à-soie. Nimes, Ballivet. Opuscolo in 8.°
 - *Sicca Arup*. Educazione dei filugelli. (Dagli Annali dell'Accademia Reale d'Agricoltura di Torino, Vol. II.)
 - *Betteloni Cesare*. Metodo facile per educare i bachi da seta. Verona, Libanti. Opusc. in 8.°
 - *Cantoni Gaetano*. Osservazioni critiche intorno ad alcune pratiche comunemente seguite nell'educazione del baco da seta. Milano, Silvestri. Opusc. in 8.°
 - *Guerin-Méneville*. Essai sur les lépidoptères du genre *Bombyx*. Paris, F. Didot. Opusc. in 8.°
 - *Pogliani G.* Nuovo prospetto generale di coltivazione de' bachi da seta. Monza, Corbetta, in fol.
 - *Mögling Th.* Seidenzucht und deren Einführung in Deutschland. Stuttgart, in 8.° gr. (2.ª ediz.)
 - *Roncalli Frosio G. M.* Istruzione elementare in forma di catechismo per la coltivazione dei bachi da seta. Bergamo, Crescini. Opusc. in 8.°
 -? Novello apparecchio per la covatura dei bachi da seta. (Dal Giornale Agrario.) Milano.
 -? Consigli dati ai coltivatori sullo schiudimento della semente e buon governo de' filugelli. (Dalla Gazzetta dell'Associazione agraria, 11 maggio 1847.)
 -? Studio degl'Italiani sul Calcino. Padova. Opusc. in 8.° (Dal Giornale il Tornaconto, di Padova).
 - *Guerin-Méneville et Robert*. Première série d'expériences sur la Muscardine. Paris, in 8.°, avec planches.
 - *Montagne C.* Observations et expériences sur un champignon entomostone, ou histoire botanique de la muscardine.
 - *Fuchs*. Ueber das Abhaspeln der heissen cocons in kalten Wasser, etc.
1848. *Ouckaki Mouricouni*. Yo-San-Fi-Rok, ou l'Art d'élever les vers-à-soie au Japon. Traduit du texte japonais par J. Hoffmann, annoté et publié par M. Bonafous. Paris, Huzard. Un vol. in 4.° con tav.
- *D'Airola Jules*. Appareil (Vigannaise) pour l'eclosion des vers-à-soie. (Ann. de la Soc. Agr., T. VIII.)
 - *Bellani A.* Di alcune specie e varietà di bachi da seta, e di altri fenomeni fisiologici che questi presentano. (Estratto di un discorso letto all' I. R. Istituto.)

1848.? Studj sul calcino. (Estr. dall'Eco della Borsa.)
- *Bassi Agostino*. Studj sul calcino dei bachi da seta. (Vedi pubbl. anter.)
 - *Charrel J.* Traité des Magnaneries. Paris, Marc Aurel. Un vol. fig. — La 1.^a parte è dedicata all'allevamento del baco, considerato dal lato pratico. La 2.^a tratta specialmente dell'anatomia dell'apparato oviparo, dell'uovo, dell'embrione, ec. Molte sono le inesattezze che vi si trovano. A spiegazione del testo vi ha una tavola rappresentante gli organi riproduttori, le cui figure spiegano come l'autore abbia presi tanti abbagli. Non si comprende quasi se rappresentano la farfalla del baco o qualche altro fantastico animale. Si direbbero inventate, ciò che tornerebbe a giustificazione dell'autore. Sarebbe troppo lungo l'indicare qui gli errori acenmulativi; basta averne accennata l'esistenza.
 - *Robinet*. Manuel de l'éducation des vers-à-soie. Paris, Dusacq. Un vol. in 8.^o
 - *Löbe Will.* Maulbeerbaum und Seidenzucht, in Jahr. der Landwirth. statistik (pag. 158-161).
1849. *Bellani A.* Nuova stufa per far morire le crisalidi dei bozzoli. Milano. Opusc. in 8.^o (Estratto dagli Annali Universali di Statistica.)
- *Guerin-Ménéville et Robert*. Analyse des expériences sur la muscardine, et les autres maladies des vers-à-soie en 1849. (Ann. de la Soc. séricicole, 1850.)
 - *Gli stessi*. Trasformazione dei globuli del sangue del baco in rudimento del vegetale del calcino. (Comptes Rendus de l'Ac. des Sciences, N. 19.) — Il dott. Carlo Vittadini confutò troppo bene questo abbaglio preso dal distinto sericoltore francese perchè io ne parli in special modo.
 - *Bossi*. Les vers-à-soie à Genève. 3.^e Rapport lu à la Classe d'Agriculture de la Soc. des Arts de Genève.
 - *Guerin-Ménéville*. Observations sur la composition intime du sang chez les insectes, et surtout chez les vers-à-soie en santé et en maladie, etc. (Revue zoologique.)
 - *Klenke*. Die Cultur des Maulbeerbaums und die Zucht der Seidenraupen. Nordhausen, Adolph. Buchling. Opusc. in 8.^o
1850. *Bassi Agostino*. Il fatto parlante all'autore sul modo di ben governare i bachi da seta, ec. Lodi, Wilmant. Opusc. in 8.^o
- *Balsamo-Crivelli Michete*. Allevamento dei bachi da seta. Milano, M. Carrara. Opusc. in 8.^o
 - *Lo stesso*. Il suddetto opuscolo, in 8.^o (2.^a edizione con aggiunte.)
 - *Fabbri Gregorio*. Intorno all'educazione comparativa dei bachi da seta a tre mute con quelli a quattro mute. (Annali della R. Accademia d'Agricoltura di Torino, vol. IV, in 8.^o)

1850. *Castellani G. B.* Sull'allevamento de' bachi da seta. Firenze, tipografia Galileana. Un vol. in 8.º
- » *C. M.* Avvertimenti ed osservazioni sulle varie cause di una buona riuscita o cattiva dei bachi da seta. Milano, Tamburini. Opusc. in 8.º
 - » *Grassi G.* Sul calcino o mal del segno nei bachi da seta. Milano, Bernardoni. Opusc. in 8.º
 - » *Lo stesso.* Norme e prospetto di applicazioni pratiche ad uso del popolo delle campagne, in aggiunta alla sua Memoria sul calcino. Milano, Bernardoni. Opusc. in 8.º
 - » *De Filippi Filippo.* (Gazzetta Piemontese, N. 132.) — Appoggia il Grassi. — Parla dell'*insetto-pianta* della China. — Cita la muffa costante sul corpo delle mosche comuni.
 - » *Bellani A.* Esame critico delle Memorie di G. Grassi sul calcino o mal del segno nei bachi da seta. (Annali Universali delle Scienze e dell'Industria.)
 - » *Ghisi Battista.* Osservazioni sulle Memorie sul Calcino del signor Grassi. Milano, Guglielmini. Opusc. in 8.º
 - » *Leclerc Louis.* Écoliers et vers-à-soie. Paris, Bouchard-Huzard. Un vol. in 12.º fig.
 - » *Longoni Ambrogio.* Osservazioni sopra nuovi fatti e nuove teorie dello stato morbosissimo dei bachi da seta, detto volgarmente il mal del segno o calcino. Monza, Corbetta. Opusc. in 8.º
 - » *Lo stesso.* I semi della botrite bassiana produttori e propagatori del calcino. — Avviso importante pel buon allevamento dei bachi da seta. Monza, Corbetta. Opusc. in 8.º fig.
 - » *Mozzoni.* Rosa igienica per la sicura riuscita dei bachi da seta. Milano, Chiusi, in fol.
 - » *Regazzoni.* Articolo della Gazzetta Piemontese contro il Grassi.
 - » *Ripamonti Emilio* (di Appiano). Il calcino allontanato dai bachi da seta col metodo ritrovato ed sperimentato con felice successo per 14 anni da R. E. Como, Giorgetti, in 8.º
 - » *V... O...* Il Calcino, melodramma giocoso. (Dal Giornale l'Artista. Maggio.)
 - » *A. Foëillon.* Pathologie des vers-à-soie (*Bombyx Mori* L.). Études sur le sang. (Revue zoologique, p. 442.)
 - » *Boullenois Frédéric.* Conseils aux nouveaux éducateurs des vers-à-soie. Paris, Huzard. Un vol. in 8.º fig.
 - » *Brunet de la Grance.* Tableaux synoptiques pour l'éducation des

- vers-à-soie, la construction des magnaneries et la culture du murier. Paris, Huzard.
1850. *Gutmansthal*. Russland Industriezustände.
- » *Hlubeck F. A.* Die Seiden-industrie in Russland. (Oekonomische Neuigkeiten, N. 71.)
 - » *Lo stesso*. Unterricht in der Maulbeer und Seidenzucht für das Landvolk. Gratz, J. A. Kinseich, in 8.º
1851. *Balsano-Crivelli Michele*. Sui bachi da seta nel 1851, proposta onde istituire delle esperienze intorno al modo di curare il calcino o di prevenirlo.
- » *Bassi Agostino*. Il miglior governo dei bachi da seta, ed il miglior modo di prevenire il calcino o di diminuire sempre più il danno che questo terribil morbo apporta agli individui ed agli Stati. Nuovo lavoro grande ed utilissimo. Lodi, Wilmant, in 8.º
 - » *Lo stesso*. Della più utile coltivazione de' bachi e del miglior modo di diminuire in generale il danno che arreca il mal del segno. Opera divisa in due parti. Lodi, Wilmant. Un vol. in 8.º
 - » *Lo stesso*. Della conservazione, sviluppo, successivo incremento, riproduzione e distruzione dei germi degli esseri organici in generale vegetali ed animali, e principalmente di quelli che sviluppansi nell'interno ed alla superficie di altri esseri pure organici, viventi, animali e vegetali, nutrendosi degli umori di questi, detti perciò parassiti; i quali sono i veri riproduttori d'ogni specie di morbo contagioso. Opera recentissima. Lodi, 1851. Opuscolo di 29 pagine!
 - » *Bellani Angelo*. Brevi riflessioni sulle macchie delle foglie del gelso dette *seccume*. Opuscolo in 8.º
 - » *Lo stesso*. Osservazioni critiche sopra le principali opere pubblicate in questi ultimi tempi sui bachi da seta, con indicazione dei migliori precetti spettanti ai bachi, ai gelsi ed al setificio. Milano, Carrara. 3 vol. in 8.º
 - » *Blanchard E.* Nouvelles expériences sur la circulation du sang et la nutrition chez les insectes. (Ann. des Sc. nat., Tom. XV, p. 371.)
 - » *Berti Pichat*. Allevamento dei bachi da seta secondo la pratica. Torino, 3.ª ediz. con un'appendice e figure nel testo.
 - » *Lo stesso*. Allevamento, ec., più un'Istruzione pratica per allevare i bigatti, ec. Torino, 4.ª edizione con altre aggiunte.
 - » *Bonetti*. Sul modo di distruggere i semi del calcino nei bachi da seta, e prevenirne lo sviluppo. (Crepuscolo, 4 maggio 1851.)— Promette

in'opera di lunga lena, con tavole anatomiche e microscopiche che non comparve ancora.

1851. *Cagnoli Ottavio*. Sul filare la seta a freddo. Milano. Opuscolo in 8.^o
- » *Cavallotti G. B.* Articolo in lode del sig. Grassi. (Foglio d'Annunzi della Gazzetta di Milano, 9 agosto 1851.)
- » *Comotti Angiola*. Istruzione per preservare i bachi da seta dal calcino, o mal del segno. Milano, Bernardoni. Opuscolo in 8.^o
- » *Duseigneur E.* Recherches sur le cocon et le fil de soie. Lyon, Barret. Opuscolo in 8.^o
- » *De Filippi Filippo*. Alcune osservazioni anatomiche e fisiologiche sugli insetti in generale, ed in particolare sul bombice del gelso. Torino, in 8.^o, con 3 tavole. (Dal vol. V degli Annali della R. Accademia d'Agricoltura di Torino). — Ottimo lavoro che svela lo spirito osservatore dell'illustre naturalista; esso è diviso in 3 parti: *delle trachee e del tessuto adiposo; del sistema digerente; dei pretesi infusorj del sangue.*
- » *Freschi Gherardo*. Guida per allevare i bachi da seta dietro i proprij esperimenti, 5.^a edizione. Milano, Silvestri. Opuscolo in 8.^o
- » *Grassi Giuseppe*. Appendice apogetica alla sua Memoria sul calcino nei bachi da seta. Milano, Bernardoni. Opuscolo in 8.^o
- » *Guenzati Giuseppe*. Vera ed esatta istruzione per l'allevamento dei bachi da seta. Milano.
- » *Longoni Giacinto*. Sulla vera ed unica origine del calcino nei bachi da seta. Esperimenti ed osservazioni. Monza, Corbetta. Opuscolo in 8.^o, con tav.
- » *Malet Claudio*. Memoria riguardante l'educazione dei filugelli. Torino.
- » *Margarita Camillo*. Avvertimenti ed osservazioni sulle varie cause di una buona o cattiva riuscita dei bachi da seta. Milano, Tamburini. Opuscolo in 8.^o, seconda ediz.
- » *Minola Giuseppe*. L'esperto bigattiere della Brianza, ossia Metodo facile e sicuro per l'allevamento dei bachi da seta. Milano, Turati. Opuscolo in 8.^o fig.
- » *Mussi Gallarati Giulio*. Governo dei bachi da seta, ossia Metodo d'annotazione del Giornale istruttivo del chiarissimo conte Dandolo, ec. Cremona, Feraboli. Opuscolo in 8.^o
- » *B.-C. M.* Quattro parole sul nuovo Opuscolo del dott. A. Bassi intitolato: Il miglior governo de' bachi da seta. Milano, Carrara. Mezzo foglio.
- » *Patek Johann*. Lehrbuch des Seidenbaues. Brünn, Winnicker.

1851. *Putellani Luigi*. Osservazioni zootomiche e fisiologiche sui bachi da seta. (Gior. Agrario dell'ingegnere Dosseua, vol. 33, p. 28.) Milano.
- » *Peligo Eugène*. Études chimiques et physiologiques sur les vers-à-soie. Deux mémoires extr. des Annales de l'Agriculture franç. Paris, Huzard, in 8.°
- » *Vassalli G. B.* (di Gropello). Nuove osservazioni sul calcino. (Gior. Agrario, p. 315. — Crepuscolo, 1.° giugno.)
- » *Parietti Antonio*. La Bigattiera istruita. Lugano, Veladini. Opuscolo in 8.°
- » *Venturi A.* Sullo sviluppo della *Botrytis bassiana* e di altri miceti. Opuscolo in 8.°
- » *Vittadini Carlo*. Risultato di alcuni esperimenti istituiti sul baco da seta e sopra altri insetti allo scopo di chiarire la vera causa del calcino. (Gior. dell'I. R. Istituto Lombardo.) — È il più bel lavoro in proposito che siasi fatto per la copia delle osservazioni, il metodo con cui sono fatte, e la logica delle deduzioni. Il contagio del calcino è innegabile.
- »? Istruzione pratica per ben allevare i bigatti, proposta alle genti di campagna da un contadino piemontese.
- » *Sello und Türk*. Kurze Anleitung zur Erziehung und Pflege der Maulbeerbäumes, und zum Seidenbau. Berlin, in 8.°
- »? Il Bigattiere della Brianza. Monza, Corbetta. Opuscolo in 16.°
- » *Owen Richard*. On the raw materials from the animal kingdom. Lecture on the results of the great exhibition 1851. London, David Bogue.
1852. *Annoni Luigi*. Osservazioni sul calcino nei bachi da seta. Proposta di sostanze preservatrici, ec. Milano, Guglielmi, in 8.°
- » *Balsano-Crivelli Michele*. Istruzione popolare per allevare i bachi da seta ed ottenerne la semente, esposta in forma di dialogo. Milano, Silvestri. Opuscolo in 8.° fig.
- » *Bassi Carlo*. Rapporto della Commissione della Camera di Commercio pel giudizio intorno alla scoperta Grassi. (Eco della Borsa.)
- » *Bornati G. M.* Sul modo e con quale sostanza il baco da seta durante il torpore forma la sua nuova pelle, come fargli superar bene il torpore, ec. Milano, Silvestri. Opuscolo in 8.°
- » *Bossi*. Discours sur la culture de la soie. (Bibl. de Genève, 1853.)
- » *Brenta Luigi*. Scoperta del come abbia avuto origine fino ad ora nella coltivazione dei filugelli la malattia del calcino o mal del segno. Memoria, con una tavola. Milano, in 8.°

1852. *Fabre Louis*. Manuel du Magnanier pour le midi de la France. Avignon, Bonnet fils. Opuscolo in 8.^o
- » *Greppi Luigia*. Sui bachi da seta, avvertimento ad una amica. Milano, Salvi. Opuscolo in 8.^o
- » *Lambruschini ab. Raffuello*. Intorno al modo di custodire i bachi da seta. Breve istruzione. Firenze, tip. Galileana. Un vol. in 8.^o
- » *Lo stesso*. Sui bachi da seta male affetti pel così detto calcino. Firenze, Vieusseux. Opuscolo in 8.^o
- » *Monzini Gio*. Istruzione sul modo di adoperare il profumo preservativo e disinfettante del calcino. Milano, Pirota, in 8.^o
- » *Potton F. A.* Recherches et observations sur le mal des vers ou mal de bassine. Lyon, Savy. Opuscolo in 8.^o
- » *Routin*. Galette tinte in rosa della *bignonia elica* data in cibo ai bachi. (Comptes rendus, 1852, pag. 149.)
- » *Tamburini G.* Raccolta di recenti importantissimi lavori sulla pratica educazione dei bachi da seta. Milano.
- » *Vittadini Carlo*. Della natura del calcino o mal del segno. Milano, Bernardoni. (Dal Giornale dell'I. R. Istituto Lombardo.)
- » *Balsamo-Crivelli Michele*. Istruzione popolare per allevare i bachi da seta e ottenere la semente. Milano, Colombo. Un vol. in 16.^o
- » *Haas Robert*. Die deutsche Seidenzucht. Anleitung zum Seidenbau: seine Geschichte, Statistik und Literatur. Leipzig, J. J. Weber. Opusc. in 8.^o, con una tav. col.
- » *Bouvier Hippolyte*. De la ventilation des magnaneries, chambres d'eclosion, chambres d'étouffages, etc. Grenoble, Mainsonville. Opusc. in 8.^o
- » *Cacciulanza Michelangelo*. Saggio sopra il buon governo dei bachi da seta. Novara, Rusconi. Opuscolo in 4.^o
- » *Regona Lorenzo*. Metodo semplice e naturale per coltivare i bachi da seta. Venezia, Naratovich. Un vol. in 8.^o
- » ? Raccolta di scritti sulla pratica educazione del baco da seta, ec. (Estratti da giornali.) Milano, Tamburini. Opusc. in 8.^o, con tav.
1853. *De Filippi Filippo*. Breve riassunto di alcune ricerche anatomiche e fisiologiche sul baco da seta comunicato alla Società delle scienze zoologiche di Torino nella tornata del 10 luglio. In 8.^o — Lascia desiderare il lavoro completo; vi si trova per la prima volta indicata l'esistenza di due ghiandole inservienti alla seta, e alcuni rapporti nuovi del sistema nervoso splanenico. — Lavoro pregevolissimo.
- » *Duffours L.* Recherches sur quelques maladies des fileuses de soie. Montpellier, Grollier. Opuscolo in 8.^o

1853. *Dunder W. G.* Die Seidencultur, etc. Wien, 1853-54. 3 vol. in 8.^o con tav.
- » *Lambruschini R.* Giunte al libretto intorno al modo di custodire i bachi da seta. Firenze, tip. Galileana. Opuscolo in 12.^o
- » *Maestri Angelo.* Due quadri in cera rappresentanti il 1.^o l'embriogenia del baco; il 2.^o la muta del baco, premiati dall'I. R. Istituto Lomb. nel concorso d'industria del 1853.— Il primo quadro è fatto assai bene sì dal lato scientifico che dal lato industriale. Il secondo soddisfa meno.
- » *Musquard.* De l'éducation des vers-à-soie d'après les principes suivis en Lombardie. Nîmes, Ballivet, 1853, in 16.^o
- » *Mazzoldi Angelo.* Il gelso, il filugello e la seta nei varj tempi e sui varj punti del globo. Memoria. Brescia, Venturini. Un vol. in 8.^o, di 300 pag.
- » *Raimondi G. B.* Trattato sulla coltivazione dei bachi da seta. Brescia, Bendiscioli. Un vol. in 8.^o
- » *Robinet.* La muscardine; de la cause de cette maladie et des moyens d'en préserver les vers-à-soie. Un vol. in 8.^o, terza ediz.
- » *Lo stesso.* Manuel de l'éducateur des vers-à-soie. Paris. Un vol. in 8.^o con 51 disegni.
- » *Lo stesso.* Mémoire sur la filature de la soie. Paris, in 8.^o Con 7 tav., 2.^a ediz.
- » *Vannoni Bernardo.* La piccola nella grande bigattiera, ossia metodo profilatico per curare le più gravi infermità del baco da seta. Brescia. — Con un'appendice: La bigattiera di pertiche e di tela, ec. Milano, Centenari. Opuscolo in 8.^o fig.
- » *S. G. P.* Intorno al coloramento della seta procurato ad arte nella nutrizione delle larve, ec. Bologna. Opusc. in 8.^o (Dai Nuovi Annali delle Scienze naturali di Bologna.)
- » *Bossi.* Discours sur la culture de la soie. (Bibl. de Genève.)
- » *Vittadini Carlo.* Dei mezzi di prevenire il calcino o mal del segno. Memoria, con una tavola. (Giornale dell'I. R. Istituto Lombardo, tom. IV.)
- »? Catechismo ad uso degli agenti per la coltivazione dei bachi da seta. Milano, Libreria Antica e Moderna. Un vol. in 8.^o fig.
- » *Balsamo-Crivelli Michele.* Modo di preservare i bachi da seta dalle principali malattie, e particolarmente dal calcino. Milano, Colombo. Opuscolo in 16.^o
- » *Cicci.* Regole per far molte galette, già sperimentate nella Provincia di Como. Un foglio.

Le seguenti opere vennero in luce dopo la presentazione della presente Monografia all' I. R. Istituto.

1854. *Lumbrusehini*. Intorno al modo di custodire i bachi da seta; breve istruzione, ec. Firenze, tip. Galileana. Un vol. in 8.º (2.ª ediz.)
- » *Ciccione Antonio*. Della coltivazione del gelso e del governo del filugello. Torino, Botta. Un vol. in 8.º fig.
- » *Lumurpicquot*. De la régénération des races des vers-à-soie, etc. Saint Germain en Laye, Beau. Opuscolo in 8.º
- » *Mussi Gallurati G.* Miglior governo dei bachi. Milano, Pirota. Un vol. in 8.º
- » *Sala Gracco*. Tavole economiche ed igieniche per la coltivazione dei bachi da seta. Milano, Ronchetti. Opuscolo in 8.º
1855. *Albertazzi Amadeo*. Metodo naturale e razionale d' allevare i bachi da seta. Milano, Manini. Un vol. in 8.º con 3 tav.
- » *Cobelli Bortolo*. Della vera causa efficiente la malattia del calcino nei bachi da seta. Milano, Redaelli. Opuscolo in 8.º
- » *Lambertenghi Abbondio*. Sul Calcino e sopra un'altra malattia del baco da seta. (Gazzetta Ufficiale di Milano, n.º 100, 26 aprile.) In quest' articolo si fa allusione a due altri antecedenti sopra lo stesso argomento. (V. lo stesso periodico 18 agosto 1851, 25 aprile 1852.)
-
- » *Casola Pietro*. Viaggio a Gerusalemme. Milano, P. Ripamonti-Carpano, 1855. Un vol. in 4.º (Tratto dall'autografo dell'anno 1494 esistente nella biblioteca del marchese Giorgio T. Trivulzio.) — È questa una delle prime e più interessanti relazioni intorno ai Luoghi Santi ed ai paesi percorsi dall'Autore per arrivarvi. A pag. 4 si legge: « Fa dicta citade » (Venezia) grande impresa de sede cosa molto dignissima; nam si » trovano pochi altri arbori excepto moroni, li quali se spogliano » di fronde per pascere vermi che fanno le sede. Vidi de molte donne » che instavano a la cura de dicti vermi e me feceno intendere quanta » solitudine li bisognava de giorno e note. È fume cosa molto di » lettevole de vedere e tanta quantitate e in tanti loghi. »

Qui avrei potuto aggiungere quasi un centinaio di altre brevi Note ed Osservazioni, ma stimai opportuno di ometterle, e per la loro poca importanza e per amore di brevità. Esse sono inoltre difficili a trovarsi, o perchè sparse qua e là in periodici forestieri, o perchè prive sia di data, sia del nome del loro autore.

PARTE SECONDA

ANATOMIA DEL BOMBICE DEL GELSO

CAPO I.

ANATOMIA DELLA LARVA.

ARTICOLO I.

Superficie del corpo della larva e Sistema cutaneo.

(Tav. II e III) (*).

Superficie del corpo. — Il corpo della larva del bombice del gelso, ossia del baco da seta, consta, come quello di tutte quasi le larve degl'insetti e specialmente delle larve de' lepidotteri, di anelli separati l'uno dall'altro per mezzo d'infossature che io chiamerò *divisioni*, in corrispondenza delle quali il diametro del corpo riesee minore che non in corrispondenza della parte mediana di ogni anello. La tavola II (fig. 16, 17 e 18) è destinata a mostrare la forma del corpo del baco da seta, la disposizione e il numero de' suoi anelli e delle sue divisioni. Il numero degli anelli è di dodici, come pure dodici sono le divisioni, indicando per la prima quella che separa il primo anello dal capo.

La grandezza degli anelli è presso a poco eguale in quasi tutti; se pure non vogliasi eccezzuare la maggior piccolezza del 1.^o, l'ampiezza maggiore del 2.^o e del 3.^o, e l'insensibile diminuzione degli ultimi due verso la parte posteriore detta volgarmente la *coda*.

Avanti di procedere nella descrizione esterna del baco debbo avvertire che io parlo sempre di esso allo stato di maturanza, e che quando non ne faccio speciale eccezzione, ciò che descrivo si deve ritenere come proprio del baco in tutte le sue età, salve le dimensioni. Circa le misure relative delle parti debbo

(*) Ad evitare la frequente ripetizione del numero delle Tavole si è creduto bene di indicare al principio d'ogni Articolo quelle che vi hanno relazione. Tutte le figure essendo disposte in una sola serie numerica progressiva, non può esservi luogo a confusione di sorta. A facilitare poi la loro ricerca trovasi in alto di ciascuna Tavola il numero delle figure in essa contenute.

pure avvertire, che essendo il corpo del baco mobile ed estensibile, in molte circostanze esse potranno variare entro certi limiti; nel qual caso sarà mia cura il farlo notare. Per esempio, la maggiore ampiezza del 2.° e 3.° anello dipende dalla copia di cibo inghiottita e dal tempo trascorso dal pasto; a questi anelli corrisponde il largo principio del canal digerente, causa delle accennate variazioni. — Anche i movimenti hanno influenza sulla forma del corpo, specialmente nella parte anteriore; giacchè quando il baco si move, appunto in cerca di cibo, i suoi tre primi anelli (fig. 27) si allungano e si assottigliano, cambiando moltissimo d'aspetto nell'accennata estremità del corpo; quando invece s'approssima alle mute o a filare, gli anelli stessi sono contratti e grossi (fig. 28).

La superficie del corpo è irregolare assai, ed in ispecie negli anelli anteriori ed ai lati del corpo ove la pelle si dispone a rialzi longitudinali che si intrecciano fra di loro a guisa di circonvoluzione cerebrale (fig. 17). Anche queste prominenze variano, essendo dovute alle attaccature dei muscoli sotto-cutanei. Ove corrispondono le dette attaccature si osserva una parte infossata della cute che sta tra due prominenze contigue. Quando tratterò de' muscoli darò la ragione delle prominenze stesse, eguali in tutti gli anelli, tranne nei tre anteriori e nell'ultimo, ove muscoli particolari ne producono di speciali. La massima parte si manifesta ai lati del corpo e nella parte inferiore ove stanno i muscoli pel movimento delle zampe; per cui camminando mutano pure non poco. Il cordone che formano ad ambi i lati del corpo è interrotto; in ogni anello la parte anteriore dell'eminenza si riflette in basso, e la posteriore, in vece, sfumando, si riflette in alto e si confonde colle altre.

Ai lati del corpo, nella parte bassa degli anelli veggonsi dei punti neri, elittici, col massimo diametro posto verticalmente. I quali punti altro non sono che le *stigme*, ossia l'apertura colla quale le trachee comunicano all'esterno. La struttura intima di queste verrà studiata quando si parlerà del sistema respiratorio. Ora dirò solo esisterne 9 per ogni lato, così distribuite, che la prima è collocata presso il margine anteriore del 1.° anello; la seconda, quasi a metà del 4.°; la terza, del 5.°, e così di seguito finchè la nona trovasi a metà dell'undecimo anello (fig. 17).

Di mano in mano che si osservano le stigme posteriori, si vede che si avvicinano maggiormente al margine anteriore dell'anello in cui sono collocate.

La lunghezza del corpo del baco è sempre in aumento dall'istante in cui esce dall'uovo fino a quello in cui, in procinto di filare il bozzolo, si svuota di tutto quanto contiene il suo intestino. Appena nato è lungo 0^m,003, ed al massimo suo sviluppo invece ha una lunghezza di 0^m,078 circa. Tosto che è uscito

d'ogni assopimento la lunghezza aumenta di preferenza, come si può rilevare dalle linee tracciate nella sottoposta nota, corrispondenti alla lunghezza del baco ne' principali stadii della sua vita (1). La varietà anellata arriva a dimensioni maggiori.

Sezione trasversale del corpo del baco. — La sezione del corpo del baco presenta varie forme secondo il luogo in cui si eseguisce; in genere, è circolare, d'un cerchio però al cui arco inferiore sia stata sostituita la sua corda (fig. 34). Il ventre del baco, per così dire, è piano; la sezione prende un aspetto differente se la si fa cadere in corrispondenza delle zampe, e secondo la qualità delle zampe stesse che vengono così recise. Nella figura 34 è disegnata una sezione che passa per le zampe vere del terzo pajo: per l'intelligenza di questa figura veggasi la spiegazione delle tavole.

Delle zampe. — Sono le zampe appendici particolari di cui è provveduta la parte inferiore del corpo del baco, e mediante le quali esso cammina (fig. 17). Non tutte le larve d'insetti presentano zampe, come non tutte hanno movimenti di traslazione. Il baco ne possiede in maggior numero d'ogni altra, sommando a 16. Queste zampe sono di duplice natura e diversamente distribuite sul corpo dell'animale.

Vere zampe o anteriori. — Le zampe vere o anteriori (fig. 27, 28 e 31) sono collocate ai tre primi anelli, quindi assai avvicinate fra loro. Diconsi zampe vere perchè corrispondono a quelle che possiede l'insetto perfetto tanto per la posizione, essendo collocate subito dopo il capo, quanto pel numero, essendo di sei divise in tre paja; esse sono tutte eguali e presentansi sotto la forma di una eminenza conica membranosa, la quale per la distribuzione dei muscoli che la tappezzano internamente si risolve in tre porzioni mobili, l'una sull'altra, e sempre più piccole di mano in mano che si avvicinano all'apice; la

(1) Lunghezza che presenta il baco da seta nelle varie epoche del suo sviluppo.

—	4. ^o giorno.
—	6. ^o giorno, susseguente alla prima muta.
—	8. ^o giorno.
—	10. ^o giorno, susseguente alla seconda muta.
—	12. ^o giorno.
—	14. ^o giorno.
—	17. ^o giorno, susseguente alla terza muta.
—	21. ^o giorno.
—	23. ^o giorno, susseguente alla quarta muta.
—	25. ^o giorno.
—	26. ^o giorno.
—	27. ^o giorno.
—	28. ^o giorno.

terza, più piccola, sopporta un uncino di sostanza cornea, resistente, mediante il quale può il baco attaccarsi ai varii corpi.

Queste zampe però, più che a camminare ed a tener fermo il corpo, servono ad altri usi, come quello di tenere il lembo delle foglie che il baco mangia, e di ripassare il tessuto serico che a suo tempo esso distende. — Muscoli particolari muovono il detto uncino, il quale è cavo nel mezzo e presenta una sezione triangolare curvilinea. La sua lunghezza è di 0^m,001. Il movimento di queste zampe è dall'esterno all'interno; sono alquanto retrattili, meno però di quello che nol siano le zampe membranose che passo a descrivere più sotto.

Le zampe vere sorgono in corrispondenza del mammellone *A* (fig. 31) che la pelle forma in quella località nella parte inferiore dei tre anelli anteriori. Costano di quattro pezzi *B*, *C*, *D*, *E*, di cui tre sono con troncati e mobili gli uni sugli altri, sempre di minor dimensione di mano in mano che si osservano all'estremità libera. L'ultimo di questi sostiene il quarto pezzo o terminale, che è l'uncino.

Il primo pezzo *B* è il più ampio e consta di due porzioni *B*, *b* di diversa solidità. *B* è una lamina cornea, di color bruno, rigida, disposta in anello e così configurata che la parte sua esterna *B* è molto più alta che l'interna *B'*. Quest'anello s'inserisce direttamente alla pelle di cui è parte. L'altra porzione *b* invece è affatto membranosa, esile assai, ed è più alta nella sua parte interna che nella parte esterna della zampa verso la quale appunto va sempre diminuendo, di modo che non s'uniscono le porzioni che vengono dai due lati opposti. Così questo cono è composto di parti molli all'interno, e dure all'esterno. Si vede chiaramente che tale disposizione è la più conveniente ad ottenere che la zampa abbia a piegarsi all'interno e mai all'esterno.

A questo primo pezzo succede il secondo *C*, *c*, composto parimente di due parti: *C*, dura, esterna; *c*, molle, interna: qui si noti che la porzione *C'* rigida internamente è un poco più alta che la *B'*, e quindi la *c* è meno alta riguardo alla *C*, ma più alta riguardo alla *b*.

A questo cono succede la terza porzione *D*, *d* analogamente conformata.

All'esterno tutti gli anelli rigidi *B*, *C*, *D* si toccano, ed offrono un margine più grosso *X*, onde la zampa estendendosi non possa correr rischio di ripiegarsi all'esterno.

Zampe membranose o false. — Le zampe membranose, o false zampe, così dette perchè nell'insetto perfetto scompajono, sono in numero di 10; otto delle quali, ossia 4 paja, stanno appese agli anelli mediani del corpo, cioè al 6.°, 7.°, 8.° e 9.°, e due, o l'ultimo pajo, all'anello estremo (fig. 17). Le prime otto diconsi anche zampe *intermedie*, e *posteriori* le ultime due. La struttura di dette zampe è singolare

assai. Si risolvono esse pure in un cono membranoso che termina quasi troncato. Questo cono offre un restringimento non lungi dall'estremità, per cui lo si potrebbe considerare come diviso in due parti. La superficie ellittica con cui termina è parimenti tutta membranosa, e in grazia delle attaccature interne muscolari lungo la linea mediana corrispondente al grand'asse dell'elisse, è suscettibile d'essere tirata in su o in dentro che dir si voglia, per modo di far sporgere inferiormente il margine che a zampa distesa è laterale ed esterno. In questo modo applicata la zampa sopra un corpo qualsiasi, il baco può operarvi (tra il sostegno e la superficie della zampa) una specie di vuoto e così aderirvi.

Uncinetti delle zampe membranose. — Oltre al descritto congegno le zampe membranose ne posseggono un secondo, dovuto ad altre parti di cui sono fornite. La superficie inferiore di esse zampe, che ne costituisce il disco libero, nella sua metà esterna offre una doppia serie di piccoli uncinetti d'una forma tutta particolare, come vedesi nelle figure 40, 41, 42, 43 e 44. Sono essi asticine cornee, aventi le loro estremità uncinatè, di cui una è impiantata nella pelle, restando l'altra libera. L'uncino libero termina assai acuto, l'uncino sepolto nel corion è smussato. Dissi che sono disposti in due serie sopra una linea curva e colla concavità verso la linea mediana del baco. L'una serie li presenta più lunghi che l'altra; e siccome stanno per modo disposti che le estremità impegnate degli uncini sono presso a poco sulla medesima linea, ne nasce che le estremità libere formano due file di diversa altezza, l'una esterna, l'altra interna. Gli uncini liberi sono dunque alternati, l'uno breve e l'altro lungo.

Questi uncini sono cornei, di sostanza dura, rigida, di color bruno marrone, per cui distaccano assai sul fondo giallo cirino della zampa nella quale sono impiantati. L'estremità loro libera è ancora più dura e di colore più oscuro dell'altra porzione. La membrana essendo trasparente, si vedono a traverso di essa anche le estremità con cui stanno piantati. — Una particolarità di questi uncini del baco è quella d'aver ricurva anche l'estremità impegnata, per cui differiscono da quelli della larva del *Cossus ligniperda* così mirabilmente descritti da Lyonet, i quali presentano l'uncino solo all'estremità libera. Differiscono altresì per essere disposti solo nel margine esterno del disco del piede, mentre nell'altra specie circondano tutto quanto il disco terminale della zampa. Nelle figure 41 e 44 si può osservare la disposizione di questi uncini e la forma loro isolata. Nella prima (fig. 41) si veggono essi, alternati in lunghezza, partire dalla medesima e portarsi verso la periferia. Quelli d'un lato sono rivolti in senso opposto a quelli dell'altro. Secondo che queste appendici cornee si osservano sopra una zampa in contrazione o sopra una in espansione, veggonsi le estremità libere uncinatè guardare all'esterno od all'interno del disco. Sulla linea

mediana si veggono due uncini b' , più brevi e meno arcuati, che stanno in relazione colle parti centrali del disco, le quali, quando la zampa è tutta distesa, si rialzano a modo di vescicola e servono a regolare i movimenti delle parti circostanti. Gli uncini che stanno all'estremità della linea sono più piccoli. Il numero degli uncini varia assai nelle zampe d'uno stesso individuo e nella stessa zampa di diversi individui. Spesse volte ne contai da 30 a 40. La linea d del disco, che dissi poter esser tirata in dentro dai muscoli interni, è collocata più nella parte interna che nell'esterna, per cui quest'ultima porzione è più ampia, ed è su di essa che stanno collocati e giuocano gli uncini. Quando la zampa vien distesa, il disco è leggermente convesso all'esterno; quando invece vien retratta, le due ineguali metà in cui si divide si rivolgono in dentro l'una contro l'altra e si combaciano.

La contrazione si opera pei muscoli indicati; l'espansione si opera pel liquido che riempie la zampa, la quale si fa in tal atto assai turgida. Il movimento anche di queste zampe si fa verso l'interno o la linea mediana del corpo. Esternamente ed all'origine d'ogni zampa esiste un cerchio b (fig. 40) di sostanza cornea con chitina, rigido, il quale impedisce i movimenti delle zampe verso l'esterno.

Quando il baco vuol fissare la sua zampa, l'applica distesa sul corpo su cui brama aderire, e la contrae. In questa contrazione, oltre l'agire la zampa come una ventosa, gli uncini tirati all'interno si comprimono contro il corpo e vi si impiantano. Quando invece vuol sollevare la zampa, la dilata; la superficie inferiore di essa e il disco si fanno convessi; gli uncini si portano all'esterno ed ogni adesione cessa.

Le due zampe membranose posteriori (fig. 43), dette anche *anali* per la vicinanza loro all'ano, presentano analoga struttura a quella delle intermedie ora descritte. Il disco loro è più ellittico, e posto obliquamente alla linea mediana del corpo, e la porzione che porta gli uncini non è unicamente esterna, ma esterna ed anteriore.

Colore del corpo del baco. — Osservando esternamente il corpo del baco, sorprende il suo colore, che varia secondo l'età e l'epoca della muta. Il baco che passò il quarto assopimento è bianco perlaceo, talvolta leggermente roseo o leggermente gialliccio. In corrispondenza delle divisioni il derma essendo esilissimo e l'epidermide essendo diafana, trasparjono le parti oscure sottoposte; ed il corpo vi appare più oscuro. Il bianco del corpo del baco è dovuto al derma che costituisce lo strato interno della pelle, e il gialliccio all'epidermide; questa variando di spessore, perchè talvolta doppia, presenta un colore diverso in tutto il corpo. Dove si producono le ripiegature della pelle duplicandosi gli strati del derma, il colore si fa di un perlaceo più opaco.

Macchie della pelle. — Il colore uniforme ora descritto è interrotto qua e colà da qualche macchia sempre costante, che può costituire un carattere specifico pel bruco.

Macchie del 5.^o anello. — Sul dorso in corrispondenza del quinto anello, ai lati della linea mediana, si veggono due macchie brune semilunari disposte per modo che rivolgonsi l'una l'altra la loro concavità (fig. 46). Queste macchie, che osservate ad occhio nudo offrono il colore sopra indicato, si mostrano assai più complicate quando si osservano colla lente.

Una linea azzurra *a* (fig. 46) percorre tutto il campo della macchia; questa linea è tutta circondata, tranne alla sua estremità posteriore, da un' aureola bruna *b* che forma il grosso della macchia. L' aureola stessa è poi limitata da due striscie di un nero intenso, di cui una, *d'*, occupa la parte interna ed anteriore, e l'altra, *d*, bordeggia per qualche tratto il margine convesso esterno della macchia. Nel baco della terza età offre la lunghezza di 0^m,0013. La figura 46 la dà ingrandita circa 15 volte.

Macchie dell' 8.^o anello. — Un'altra coppia di macchie mostrasi sull' 8.^o anello, di minore ampiezza dell' ora descritta e di forma differente. Queste corrispondono a due piccole eminenze che si innalzano in quella località. Il loro diametro reale è di 0^m,0006. In queste abbiamo ancora quasi gli stessi colori ma differentemente disposti. Un color fulvo domina il centro della macchia il quale è terminato da un cerchietto *a* (fig. 45), talvolta interrotto, di color cilestrino analogo affatto a quello della linea *a* della figura 46. Attorno a questo domina il bruno *b* analogo a quello dell' aureola *b* dell' altra macchia; vi mancano però le striscie nere. Queste macchie sono più soggette a variare che non le prime descritte.

Macchie del 1.^o anello. — Una macchia nera impari occupa il primo anello, di forma triangolare, la cui base corrisponde alla seconda divisione, ed il suo apice si porta anteriormente. Una traccia della sua continuazione talvolta si scorge fino al margine anteriore del 1.^o anello. Ai lati di questa si veggono spesso due altre macchie che dal volgo soglionsi ritenere per occhi.

Macchie del 3.^o anello. — Sulla parte posteriore del 3.^o anello, ove maggiori sono le circonvoluzioni rialzate dalla pelle, si trovano due altre macchiette che occupano la parte alta di due di dette circonvoluzioni che scorrono trasversalmente, e l'una contro l'altra. Queste macchie constano pure d'un area cilestrina nel mezzo, circondata di bruno colore.

Macchie dell' 11.^o e 12.^o anello. — Due altre macchiette sono collocate sulla parte posteriore dell' 11.^o anello, su quella sua porzione colla quale s'avanza sul 12.^o Finalmente su quest'ultimo anello vi sono due altri tubercoletti colorati.

Questo è il sistema di macchie più comune nel baco da seta. In alcuni individui è assai distinto, in altri poco, secondo le varietà e gl'individui.

Sede del colore delle macchie. — Le macchie summentovate distinguonsi anche nella spoglia abbandonata dopo l'assopimento, per cui si vede aver esse la loro sede negli strati che si mutano. Questo non è adunque il caso del baco che appartiene a quella varietà detta dei *bachi negroni*, il cui colore è dovuto ad uno strato pigmentale sparso sul corion; lo stesso dicasi degli anelli nelle varietà anellate.

Quando il sistema di colorazione è forte, su quasi tutti gli anelli mostransi delle macchiette disposte a guisa di triangolo, come vedesi nella figura 47.

Dei peli del baco. — Vista ad occhio nudo la pelle del baco si direbbe quasi destituita di peli; il corpo appare liscio e glabro. Non così colla lente; alla quale però alcune parti di corpo appajono ancora veramente nude. La copia e la natura dei peli varia secondo l'età e il luogo ove si osservano.

I peli del baco appena nato differiscono per struttura e copia. — Relativamente all'età, i peli del baco appena nato sono infinitamente più numerosi e più sviluppati di quelli del baco adulto. Il corpicciuolo della larva avanti il primo assopimento è tutto irto di lunghissimi peli, d'un color bruno intenso, volgente al nero, sicchè tutto il corpo risulta oscuro. Osservati al microscopio, i peli in questa età offrono il carattere particolare di avere il loro margine tutto a dentellini posti ora alterni ai due lati del gambo del pelo, ed ora opposti (fig. 49). Le punte di queste piccole eminenze, quasi denti di una piccola sega, sono rivolti verso l'apice del pelo. Essi si impiantano nell'epidermide con una radice piuttosto grossa e che presenta delle striature circolari, come se un esil filo si avvolgesse tutto all'ingiro a quel tratto di pelo che è impiantato nell'epidermide (radice) e che ne assicurasse l'impianto.

Questi peli, come tutte le appendici cornee del baco, una volta venuti all'esterno non crescono, ma si conservano di quel volume cui pervennero, sia nell'uovo, sia di sotto della vecchia corteccia durante i successivi assopimenti.

I peli del baco adulto sono assai più piccoli e più rari, onde il suo corpo pare quasi nudo. I peli del baco dopo il primo assopimento sono lisci (fig. 50), d'un bruno chiaro e ricchi di chitina. Sorgono frammezzo d'un cerchietto sporgente nell'epidermide.

Ecco le regioni del baco ove maggiormente abbondano i peli:

- 1.° Il capo;
- 2.° Il margine anteriore del 1.° anello;
- 3.° Le vere zampe o le tre paja anteriori; sopra ognuna delle quali se ne veggono da 30 a 40, specialmente verso l'uncino terminale.

4.° Tutte le false zampe ne sono copiosamente fornite. Gli uncini sopra descritti, di cui quelle si vedono provvedute, sono modificazioni di questi peli.

5.° Ambo i margini inferiori laterali del corpo presentano peli copiosi, come pure il margine inferiore-libero dell'ultimo anello diviso ne' suoi lobi.

Presso le stigme vi sono delle porzioni quasi aeree, che non presentano peli.

Struttura della pelle. — Prima di passare alla descrizione del capo, dirò della struttura del sistema cutaneo (fig. 30, 32 e 33).

La cute, presa in generale, cioè quell'involucro che racchiude tutti i visceri, consta di quattro strati distinti. Due di questi hanno una grande importanza, e sono il 2.° e il 4.°; gli altri due, minore.

I quattro strati or mentovati sono disposti come due a due, sicchè a due soli si potrebbero veramente ridurre le parti essenziali della cute della nostra larva. Lo strato esterno (*epidermide*), che si muta; lo strato interno (*derma*), che genera l'altro e non si cambia. Alla loro volta ognuno di questi strati ne presenta un altro subordinato.

1.° *Strato.* — È questo esilissimo e non sempre si arriva a scorderlo; perchè lo si possa veder meglio, bisogna trattare colla potassa la spoglia che il baco abbandona dopo i suoi assopimenti. In origine esso consta di cellule che si saldano assieme e fanno perdere allo strato, che costituiscono, ogni aspetto organizzato; diventa uno strato amorfo. Esso contiene un poco di chitina, ma in assai minor dose che non lo strato sottoposto.

2.° *Strato: epidermide.* — Assai importante e che corrisponde all'epidermide degli altri animali. Il suo spessore è considerevole, ed è in esso che s'impiantano i peli. Un giorno circa dopo che l'animale uscì dal suo assopimento, al disopra del terzo strato, e sotto al secondo che deve cadere, apparisce già il secondo strato che deve sostituirlisi nella successiva muta.

Istologia dell'epidermide. — Incomincio a descrivere l'epidermide in questo punto della sua apparizione perchè solo in questo momento appajono bene distinti gli elementi istologici di cui consta. Sopra il terzo strato compare dapprima uno strato di cellule nucleate che ancora conservano la loro forma tondeggianti perchè sufficientemente distanti le une dalle altre. Comparso questo, un secondo strato di cellule gli si forma subito sotto, e in quel primo le cellule cominciano a stiparsi.

Per tal modo si trasforma in un vero epitelio pavimentoso, le cui cellule si fanno poligone, perdono il loro nucleo e si preparano ad una trasformazione successiva. Questa si opera mediante la deposizione della sostanza chitunica che comparte la durezza che l'epidermide possiede.

La chitina si depone nelle cellule in una maniera tutta particolare, sotto la

forma cioè raggiata non dal centro delle cellule, ma da un cerchio poco distante dal centro stesso. I raggi formati dalla chitina sono sinuosi e vanno fino alla periferia od ai lati delle cellule pigmentali. È per questa disposizione particolare della chitina che il signor Plattner (1) ebbe a scambiare le dette cellule con corpuscoli analoghi ai corpuscoli ossei degli animali superiori.

Trattata colla potassa l'epidermide perde la sua chitina e le cellule pavimentose mostransi destituite dei raggi stellari di cui parlai.

La struttura ora indicata non mostrasi che ad un forte ingrandimento (500 volte); ad un ingrandimento minore l'epidermide *B* presentasi semplicemente granulosa, come nella figura 32 ingrandita 350 volte. Lo spessore dell'epidermide al suo massimo sviluppo è di 0^m,0004, ed è quando il nuovo strato epidermoideo ha un tale spessore che incominciano ad apparire i primi sintomi dell'assopimento. In questo momento due strati compiuti (il vecchio e il nuovo) stanno a ridosso del baco e gli impediscono la traspirazione; allora comincia il lavoro dello spogliarsi o, meglio, della separazione de' due strati; separazione che s'opera mediante particolari fenomeni, effetto dei quali si è lo scorrere dei due strati l'uno sull'altro. Quanto più abbondante è la nutrizione del baco, altrettanto rapida è la formazione della nuova epidermide, e avvicinati quindi gli assopimenti e le mute.

Al primo loro apparire le cellule nucleate dell'epidermide hanno un diametro maggiore di quando la chitina si deponc in esse, momento che segna il cessato loro sviluppo.

3.^o *Strato: reticolo malpighiano*. — Il reticolo malpighiano sottostà direttamente all'epidermide ora descritta. Esso vi aderisce e si appalesa sotto la forma di uno straterello molle, bianco, opaco. Osservandolo alla lente semplice, lo si vede tutto steso alla superficie interna dell'epidermide, più esile là ove corrispondono le divisioni degli anelli. Ciò che sorprende a prima vista si è la massa di pertugi *A*, di cui si vede sparso; pertugi ampi, per lo più elittici, a margini tondeggianti, e quali li presenta la figura 32. Che se si osserva al microscopio questo strato, lo si vede composto di una serie di strati di cellule infarcite da una sostanza granulosa piuttosto densa ed opaca. Il suo spessore è di 0^m,0005. Internamente ha delle aderenze col derma.

4. *Strato: derma*. Inferiormente al reticolo malpighiano sta il *derma*, strato che si può paragonare al corion degli animali superiori, ed al quale è dovuta

(1) Plattner: *Ueber die Respirationsorgane und die Haut bei den Seidenraupen*. Müller's *Archiv*. 1842, pag. 38.

la riproduzione degli strati più esterni. Esso non si cambia durante la muta. Consta di piccole cellule sparse in un tessuto sottile assai, granuloso ed elastico, tra cui scorrono trachee e filamenti nervosi. Verso la parte interna ha aderenze col tessuto adiposo sottostante. — Questo strato fu primitivamente indicato dal professore De Filippi (1853).

Il derma non ha ghiandole apposite per la traspirazione. — In questo strato dermico non trovai ghiandole particolari che potessi ritenere come le produttrici del liquore esistente fra le due epidermidi nel momento della muta.

La superficie interna offre cellule meno stipate e di più recente formazione che riparano la perdita che fa lo strato per la metamorfosi regrediente delle sue cellule più vecchie e per la mutazione loro in epidermide.

Istologia degli strati del derma. — Il derma ha origine da cellule che si formano in un eitoblastema particolare depresso dal liquido che bagna tutti gli organi, ossia dal sangue. Per vederlo bisogna aspettare il momento in cui si attua la sua formazione per l'imminente assopimento.

Gli strati ora descritti costituiscono la cute del baco da seta. Alla sua superficie interna si attaccano tutti i muscoli che operano i movimenti dell'animale e che verranno descritti nel relativo articolo.

Solo all'apertura anale il derma si riflette, ma cambia subito di struttura e così continuasi colle tuniche intestinali.

Del capo del baco da seta. — A compiere quest'articolo mi rimane ancora a descrivere il capo della larva. Esso si compone di molte parti, di varia consistenza, delle quali le une godono di liberi movimenti, ed altre invece sono fisse.

La massima parte del capo (fig. 24, 25 e 26) nella porzione sua superiore, anteriore e laterale è formata da alcuni pezzi solidi fortemente saldati che costituiscono il così detto cranio (*eranium* di Malpighi) del baco. Questi pezzi compongono una specie di scatola, aperta solo posteriormente onde attaccarsi al primo anello del corpo; anteriormente poi e un po' inferiormente sopporta delle appendici mobili attorno all'apertura della bocca.

Due fra i pezzi solidi sopra indicati risaltano maggiormente e costituiscono una gran parte della scatola cranica; essi rappresentano le due squame *parietali*, *A, A* (fig. 24 e 26), che si ponno in certa guisa paragonare alle ossa parietali del cranio degli animali superiori. Queste due squame sono simmetriche, e vengono ad unirsi lungo la linea mediana per gran tratto del loro margine interno; non per tutto il tratto di questo margine, perchè anteriormente divaricandosi i due margini lasciano che un terzo pezzo, la squama frontale *B* (fig. 25), s'insinui a guisa di cuneo fra loro. Le squame parietali formano anche la parte

posteriore-inferiore del capo, terminando con un orlo saliente che bene si adatta alle attaccature muscolari e cutanee. La sutura delle due squame parietali si approfonda un poco, sicchè al posto suo si nota una soleatura. Egualmente soleatura esiste fra le squame parietali e la squama frontale, soleatura importante a notarsi perchè nella quinta muta lungo essa si spacca il capo e la squama frontale si isola.

La squama frontale *B* (fig. 25) ha la forma d'un triangolo isoscele colla base rivolta anteriormente e l'apice all'indietro. Isolata, essa mostra che quest'apice si prolunga in un'appendice acuta, la quale s'insinua nella parte interna della sutura tra le due lamine parietali. Le suture sono sinuose tanto fra i due parietali, quanto fra questi e la frontale.

Il colore di questi pezzi è cinericcio, con delle macchiette nere; la loro consistenza è cornea, e la potassa li altera sensibilmente mostrandoli composti in gran dose di chitina: rari peli sono sparsi sulla loro superficie.

Del labbro. — Il margine libero anteriore della squama frontale è leggermente arcuato; per esso s'unisce al cranio il labbro, il quale consta di due parti distinte *C, D* (fig. 25). Di queste due porzioni del labbro, l'una è anteriore, e posteriore l'altra; quest'ultima si articola colla squama frontale. Entrambe s'avvicinano alla forma di un parallelogrammo messo trasversalmente, con questa differenza che la posteriore è più larga, ha margini meno sinuosi, è di un giallo chiaro, molle assai, capace di movimenti. Quando il baco vuol ritirare la parte anteriore del labbro, lo fa ripiegando trasversalmente sopra sè stessa la porzione *C*. Quando la porzione *D* è ritirata di molto, la porzione membranosa non si vede punto. Una forte depressione manifestasi nel mezzo della superficie superiore di questa parte del labbro, che è perciò esternamente concava.

La porzione libera anteriore *D* del labbro è più piccola, ma più solida, dura e rigida; il suo margine libero è fortemente smarginato nel suo mezzo, come lo dimostra la figura 25 *bis*. Alle due estremità esterne del suo margine posteriore esistono due rialzi cui si attaccano i museoli destinati ad eseguire i movimenti del labbro che ho sopra indicati.

La superficie interna di quella parte solida del labbro è concava con due leggere depressioni che occupano i lati della linea mediana. Se si vuol rovesciare questa parte del labbro, si vede che essa ruota lungo tutto il suo margine posteriore.

Al di sotto del labbro stanno le mandibole, di cui parlerò fra poco, sotto le quali, o, per meglio dire, frammezzo alle quali sta l'apertura della bocca.

Anteriormente ed inferiormente le squame parietali non vengono punto a

contatto, ma lasciano uno spazio per l'apparato della filiera e suoi annessi che hanno sostegno nel loro contorno.

Degli occhi. — Ai lati della parte anteriore delle squame parietali ed alla base delle antenne veggonsi sei globulini lucenti *O* disposti a semicerchio irregolare, e precisamente come lo indicano le figure 24, 25, 26, 29 e 38. Essi sono di ineguali grandezze e difficili a vedersi. I tre superiori sono i più voluminosi, hanno un diametro di $0^m,0002$. Posteriormente a questi tre ne esiste un quarto piccolissimo; il quinto è più in basso e poco distante dall'altro; il sesto, finalmente, è grosso quanto i primi tre e giace in prossimità affatto delle antenne, per modo che costituiscono una specie di curva sigmoidea. La lucentezza loro dipende dalla membranella che li forma e che è una cornea trasparente. Questa che, veduta al microscopio, si mostra d'una trasparenza straordinaria, è incastonata in un cerchietto che sta nella squama parietale e cambia anch'essa col mutarsi di tutto il capo. Parlando di questi occhi, Malpighi dubita che siano tali; «... qui oculi censentur»; ma noi sappiamo ora che non è più permesso dubitare sull'essenza di queste parti.

Delle antenne. — Le antenne (fig. 24, 25, 26, 29) sono collocate in una profonda smarginatura delle squame laterali e stanno anteriormente ed internamente agli occhi, cioè verso la linea mediana. Ogni antenna consta di tre pezzi essenziali, cioè di una base α (fig. 29) conica, molle, giallognola, assai mobile, diafana; è composta da un'esile membranella, che rappresenta come un cono troncato colla base posteriormente ed attaccata all'orlo della smarginatura; l'apice del cono è pure troncato. A questo margine troncato s'adatta il secondo pezzo dell'antenna segnato β , composto di altre due parti: la prima conica, più piccola del cono già descritto, è molle, dotata di movimento; la seconda, cilindrica ed assai esile. Alla base di questo secondo pezzo si vede un cerchietto ϵ bruno, oscuro, di sostanza cornea e rigida. A questo ne succede un secondo λ , giallo, un po' conico, analogo alla base dell'antenna molle e mobile. Da questo punto fin quasi all'apice questa seconda porzione ritorna a comporsi di materia bruna rigida ϑ , la quale solo all'apice dell'antenna lascia luogo ad un secondo anello ζ di sostanza gialla con cui termina questa seconda porzione principale dell'antenna. Il terzo pezzo dell'antenna consta di una piccola punta cornea δ che sta impiantata sul margine anteriore del cilindro che costituisce la seconda porzione, ed è così piccola da poter rientrare in essa. Varii peli costantemente ornano queste parti delle antenne; uno sta sempre alla base della seconda parte al suo lato esterno, e due all'apice della seconda porzione, o alla base della terza. Di questi due l'esterno è lungo quanto tutta l'antenna; l'interno, esilissimo, è più corto.

Le antenne poi secondo che sono più o meno retratte, cambiano di forma, come lo indicano le figure 24, 25 e 26, in cui *H*, *M*, *N*, *P* contraddistinguono i pezzi di cui sono composte.

Lunghezza totale dell'antenna. . 0^m,001.

» della vibrissa esterna 0^m,001.

» » interna 0,^m0005.

Mascelle. — Le mascelle (fig. 24) sono collocate subito sotto al labbro superiore, e per poterle veder bene dall'alto al basso bisogna levare almeno la parte anteriore coriacea del labbro; oppure si debbono osservare dalla parte inferiore del capo. Si presentano allora distinte pel loro colore bruno marrone intenso, per la loro forma e per la loro lucentezza.

Se si distaccano (ciò che è meglio fare per studiarle in tutta la loro superficie), si vede (fig. 39 e 48) che ognuna consta di due lamine coriacee, irregolarmente concave da un lato e convesse dall'altro, riunite per una porzione del loro contorno rinchiodente una cavità assai irregolare. L'unione si fa per modo d'avere le loro convessità rivolte entrambe da un lato: considerate le mascelle in posto, rimangono tutte e due dal lato esterno. La cavità interna risulta quindi dalla differenza che offrono nella loro curva le due lamine. Da ciò risulta aneora che entrambe le mascelle così formate offrono una superficie convessa esterna, ed una concava rivolta all'interno (linea mediana, asse del corpo).

In ogni mascella si osserva adunque un *lato esterno convesso a* (fig. 48), un *lato interno concavo B*, una *base A* costituita dall'apertura che lasciano le due lamine coriacee, e limitata dall'orlo con cui terminano le lamine, orlo mediante il quale s'articolano, come si vedrà, colla parte anteriore delle squame parietali; finalmente un *marginie tagliente D*, libero, corrispondente alla sutura delle due laminette ed opposto alla base. Su questo margine si osservano per un certo tratto delle *dentellature*, o denti robusti e duri. Collo stesso margine le mascelle, quando vengono addotte, si mettono a contatto l'una coll'altra, serrando in mezzo le materie che servono di nutrimento alla larva. Queste mascelle, pel loro volume, sono comparativamente poco sviluppate ed accennano ad una larva che si nutre sempre di materie molli e che non è destinata a triturar legno. I denti sono piccoli; essi aumentano di volume di mano in mano che si osserva il tagliente verso il labbro inferiore.

La struttura delle mascelle nelle parti che devono servire all'articolazione loro è analoga a quella che si osserva nelle parti corrispondenti delle altre larve di lepidotteri notturni.

La superficie interna delle mascelle, che dissi concava, lo è irregolarmente,

e ciò soprattutto per una cresta che s'innalza a metà circa della loro lunghezza, e che allontanando la lamina che la forma dalla sua opposta, fa divenir triangolare la base di esse mascelle (fig. 48), che colla descrizione data di sopra doveva riuscire di forma semilunare. Questa cresta adunque viene a cadere sopra l'angolo interno della base delle mascelle. Per la base triangolare delle medesime si può entrare nello spazio che lasciano tra loro le due lamine. Il massimo lato di questa base, che è curvilinea, corrisponde alla superficie esterna della mascella; gli altri due lati vanno a riunirsi ai piedi della concavità che occupa la superficie interna.

Condilo delle mascelle. — I due angoli ove s'uniscono le due lamine sono leggermente prolungati, e servono come di fulcro nei movimenti a ginglimo che eseguisce la mandibola. L'angolo che corrisponde al labbro inferiore è assai più sviluppato, e presenta un processo condiloideo *e* (fig. 48), liscio assai e tondeggiante, il quale si articola in una corrispondente fossetta delle scaglie parietali. Ai lati si attaccano le due lamine *c*, *c*; l'esterna più ampia, l'interna più esile, che servono d'attacco ai muscoli motori della mascella.

Le mascelle sono lunghe 0^m,001, larghe 0^m,0008.

La mascella sinistra a bocca chiusa copre ordinariamente la mascella destra.

La forza delle mascelle è maggiore verso il labbro inferiore.

Labbro inferiore o labio. — Il labbro inferiore, o labio, consta di varie parti piuttosto complicate che ora vengo sommarariamente descrivendo. Il labbro giace direttamente sotto le mascelle e sta in una forte smarginatura che offrono le lamine parietali *A*, *A* (fig. 24). Esso si risolve in una specie di irregolare piramide, la cui base, sebbene abbia i suoi lati sinuosi, pure può dirsi in genere possedere una forma quadrata. L'epidermide che lo costituisce è d'un colore giallo, di consistenza molle, finissima, e tutta solcata da molte rughe, di cui non saprei meglio dare un'idea che assomigliandole alle rughe che offre la cute al polpastrello delle dita degli animali superiori.

Labio propriamente detto. — Su questa base sorge il labio propriamente detto (fig. 24 e 26), che attaccato posteriormente alla base del cranio, lateralmente alle scaglie parietali, è libero anteriormente. Questo labio non è molle in tutte le sue parti; delle laminelle dure, brune, squamose sono incastonate in esso in modo da dare solidità all'assieme. Alcune di queste lamine sono simmetriche, altre impari e collocate sulla linea mediana. Fra queste notansi le due *L*, *L* (fig. 24), di forma irregolare, le quali partendo dal lato posteriore ed avvicinandosi per poco si accostano alla regione anteriore libera del labio; esse dividono il tutto in tre scompartimenti, ognuno dei quali nel loro mezzo è rialzato, sicchè la superficie di tutte queste parti riesce assai ineguale. I due

rialzi laterali A' , A' si ponno rassomigliare a due cilindri tagliati pel lungo e aderenti per la loro sezione longitudinale, i quali pure si portano verso il margine libero, si assottigliano, si spiccano in basso e in avanti del capo, e danno origine a due appendici analoghe alle antenne sopra descritte: sono queste i *due palpi labiali*. Queste due appendici offrono a metà uno stringimento, per cui pajono dividersi in due porzioni. I palpi labiali constano di tre cilindri, l'uno posto a capo dell'altro: l'estremo essendo il più piccolo, può infossarsi nell'altro che lo sostiene. Risultano anch'essi di parti molli, citrine, con parti scagliose, brune, disposte ad anello B , F , G (fig. 24), per cui godono in pari tempo e di grande solidità e di grande mobilità. Alla base esistono dei peli, analoghi, ma più piccoli di quelli che notai nelle antenne.

Della filiera. — Il campo mediano V (fig. 24 e 26) rialzato, posto fra le due lamine coriacee sopra descritte, che lo separano dai palpi labiali, è a superficie irregolare, tutto percorso da solchi ondulati, e sopporta una piramide, coll'apice quasi conico, che s'alza su di esso obliqua. Questa piramide e quest'apice costituiscono un organo particolare, la filiera y (fig. 24). Sollevatosi il cono ed assottigliatosi un poco, offre uno stringimento, da cui sorge poi la filiera propriamente detta, a , piccola papilla molle, che termina con un apice sottile, il quale è attraversato da un foro lineare a' . È per questo foro che esce il filo di seta μ quando l'animale tesse il suo bozzolo. Alla base della filiera gira un cerchietto di sostanza bruna, dura, assai visibile nella sua parte posteriore, e che nell'accennata figura non apparisce, essendo la filiera spinta leggermente indietro.

Palpi della filiera. — Ai lati della papilla omentovata stanno due piccolissimi rialzi δ , δ (fig. 24) che ponno considerarsi come appendici appartenenti ad essa filiera, analoghi alle antenne ed ai palpi labiali, ma ancor più di questi esili, che io chiamo *palpi della filiera* per essere organi eminentemente tattili, servendo essi di guida all'animale intorno al luogo ove attaccare il filo. Sulla natura di questo e sulle parti specialmente inservienti all'apparato del scriterio si consulti l'articolo che tratta di esso.

Dell'ultimo anello e dell'ano. — L'ano è immediatamente al disopra delle zampe posteriori. L'anello che vi corrisponde è diviso in tre porzioni; di cui una mediana A (fig. 35) triangolare, coll'apice libero e che copre come tetto l'apertura anale. Ai lati esistono i due lembi B , B , pure triangolari, che vanno sotto alla papilla mediana e s'applicano pel loro margine interno nella porzione sua anteriore. Nel punto di questo combaciamento esiste l'ano, che resta per tal modo velato e coperto. Il margine interno di questi lembi laterali che resta coperto dalla papilla mediana A è liscio e privo di peli. Lunghesso scorrono le feccie prima di cadere ed abbandonare il corpo.

Del cornetto dell'undecimo anello. — Avanti di terminare questa succinta descrizione del sistema cutaneo del baco e delle sue appendici devo aggiungere che sull'undecimo anello, lungo la linea mediana dorsale del corpo, e precisamente sopra l'ultimo paio di stigme, esiste una prominenza della pelle, *C, D* (fig. 35), conica, come un cornetto curvo e coll'estremità verso l'estremità anale. La pelle che la forma è eguale a quella delle altre regioni del corpo, se non che vi è assai sottile. Alla sua base, come si vedrà più avanti, corrisponde il dilatamento estremo del canale che negli insetti rappresenta il cuore; ed anzi la cavità della base *C* del cornetto fa parte di esso dilatamento, per cui il cornetto istesso vedesi ora turgido ed ora flacido. È coperto di peli. La parte terminale è assai trasparente. La sua lunghezza totale è 0^m,0025.

In queste parti risolvesi il corpo della larva; la loro superficie si muta totalmente in seguito ad ogni assopimento, ed al primo presentarsi sono d'una mollezza estrema; in breve l'aria le indura.

ARTICOLO II.

Sistema digerente.

(Tav. IV e V.)

Le parti interne della larva del *Bombyx mori* presentano l'organizzazione generale eguale a quella di tutte le altre larve di falene, ond'è che, per amore di brevità, ometterò una descrizione generale delle medesime.

Nel baco il sistema digerente occupa la parte mediana e massima del corpo, ed è circondato dagli altri sistemi. Al disotto stanno il sistema nervoso e gli organi della seta; al disopra gli organi generatori e il centro del sistema circolatorio; a' suoi lati sta la massima copia dei vasi aerei che partendo dalle stigme si dirigono sul canal digerente. Tutte queste parti sono involte da un astuccio di tessuto cellulare, che alla sua volta sta in un astuccio muscolare, il quale tappezza la superficie interna della pelle. La figura 53 presenta, mediante uno spaccato longitudinale-verticale del baco, la distribuzione generale dei visceri.

Il sistema digerente del baco da seta è semplice nelle parti di cui si compone. Consta essenzialmente dell'intestino e delle ghiandole che servono alla digestione, a cui si connettono altre ghiandole che versano nell'intestino il loro prodotto escrementizio, il quale perciò verrà studiato nell'articolo delle secrezioni.

L'intestino è un tubo di varia mole e figura, che scorre diritto dalla bocca all'ano. Esso componesi (1): 1.° dell'esofago; 2.° dello stomaco; 3.° dell'intestino tenue; 4.° dell'intestino cieco; 5.° dell'intestino retto.

Dell'esofago. — L'esofago *A, B, C* (fig. 51) è un breve tubo che comincia alla bocca e termina allo stomaco. Per la sua forma può dividersi in due parti: l'una anteriore *A, B*, quasi cilindrica, che succede alla bocca; l'altra posteriore *B, C*, conica, infundibuliforme. Osservato esternamente presenta delle striature longitudinali. La sua lunghezza totale è di 0^m,003. Dell'interna struttura della sua parete si parlerà dopo averne descritta l'esterna forma.

Dello stomaco. — Lo stomaco, che succede subito all'esofago, forma la parte più interessante dell'apparato digerente, siccome quella in cui s'opera realmente la digestione degli alimenti, e che presenta inoltre il maggior volume. È d'uopo però avvertire che il volume stesso va soggetto a variazioni giusta la maggiore o minor quantità degli alimenti presi. Esso si estende dalla 1.^a alla 7.^a stigma, e in tutto questo tratto si risolve in un canale cilindrico *C, D* (fig. 51), il cui diametro trasverso è maggiore dell'antero-posteriore. La superficie di questo lungo canale non è piana, ma offre dei rigonfiamenti prodotti da diverse cause.

E primieramente, lungo la linea mediana superiore e inferiore offre una specie di doccia, la quale è formata da due muscoli lineari $\Delta\Delta'$ (fig. 51), $\Delta\Delta$, $\Delta\Delta$ (fig. 52), che ne percorrono la lunghezza. Siccome questi muscoli hanno le loro estremità attaccate a punti piuttosto saldi, così le pareti gastriche che loro corrispondono, sono meno cedevoli, nè si lasciano distendere dalle materie digerite. Inferiormente i due cordoni muscolari $\Delta\Delta$, $\Delta\Delta$ (fig. 52) frequentemente riscontransi un poco distanti fra loro. Oltre l'accennata doccia, l'intestino è irregolare per leggeri e dolci rigonfiamenti e stringimenti formati per la massima parte dagli ammassi di trachee che, partite dalle corrispondenti stigme riunite a fasci, si gettano su di esso ed esercitano una leggera trazione sulle parti stesse.

Intestino tenue. — Il tenue è la porzione che succede subito allo stomaco; è di assai minore ampiezza, e si estende da *D* in *E* (fig. 51); è imbutiforme, senza rigonfiamenti. In esso si vedono fibre trasversali e fibre longitudinali egualmente predominanti, cioè che è causa di una maggiore saldezza nelle sue

(1) I nomi di queste parti sono desunti dalle loro figure, non dall'ufficio loro; chè sotto questo secondo aspetto lo stomaco dovrebbe essere di preferenza paragonato al *tenue*. Io ne darò la descrizione subito dopo quella dell'intestino; ora dirò solo che esso si appalesa chiaramente striato trasversalmente da fasci distinti muscolari che lo cingono tutto all'ingiro come anelli succedentisi.

pareti. Il tenue termina con un cingolo muscoloso *E* che continua la linea dell'imbuto e che mostra far parte di questa porzione intestinale.

Cingolo muscolare tra il tenue e il cieco. — A questo cingolo *E* poco visibile ne succede un secondo *F* (fig. 51), il quale ha poco più di un millimetro di altezza; ha il margine anteriore più stretto che non il posteriore; per cui anche nel breve suo tratto va ingrossandosi col discendere; è striato longitudinalmente, con predominio di muscoli longitudinali.

Intestino cieco. — Dopo questo cingolo succede il cieco *F, G, H* (fig. 51 e 52), il quale si estende dalla 8.^a alla 9.^a stigma; nessuna parte del baco è ad ogni istante tanto variabile quanto questa, il che dipende dalla presenza o dalla assenza di fecce. Il cieco offre un cingolo in *G*, per cui è diviso come in due concamerazioni soggette a non poca dilatabilità, aumentabile per la presenza di 8 rigonfiamenti *UU, uu, VV, vv* (fig. 51 e 54), nei quali ponno alloggiare le fecce, stanziarvi e modellarvisi. Quando poche fecce si raccolgono nella sola concamerazione anteriore *F, G*, questa è molto dilatata, e la *G, H* è flaccida, sfuggevole (fig. 55): che se al contrario sono molte le fecce raccolte, queste occupano entrambe le concamerazioni e il cieco prende la forma rappresentata dalla figura 54. È superfluo il notare che l'accennata dilatazione, che ha luogo anche in lunghezza, è tutta a detrimento delle parti affini, e specialmente del retto che gli succede.

Intestino retto. — Il retto, alla cui estremità posteriore sta l'apertura anale, si estende da *H* in *I* (fig. 51) e si divide in due parti: l'una anteriore *H, J*, robusta, breve e che somiglia ai cingoli sopra descritti; l'altra posteriore, *J, I*, flaccida, e soggetta pure a variazioni prodotte dalla maggiore o minor quantità delle fecce. Se questa parte è occupata da molte fecce, si fa grossa e globulare; ma coperta come è dalla rete dei vasi renali *SS* (fig. 51, 52), non lascia trasparire la forma degli escrementi; il cingolo *H, H'* (fig. 54) allora risalta assai fra i due rigonfiamenti. Se poi è occupata da poche fecce, comincia col cingolo allungato *H, H'*, e dopo prende la forma di ampolla.

Struttura delle pareti intestinali. — Le pareti dell'intestino constano di tre membrane particolari.

1.^a *Tunica interna: anista* (fig. 63). — Priva di organizzazione è lassamente attaccata alle altre, sicchè si può levarla con facilità. Essa si muta dopo ogni assopimento e viene digerita nella sua parte alta. È esilissima, e sotto il microscopio difficilmente si vede se non le si fanno fare delle ripiegature (1).

(1) A proposito di questa membrana è importante notare che al di là dello stomaco offre le più belle cellule di epitelio pavimentoso che mai si possano vedere. Nella muta questo pezzo di tunica, dal cieco cioè all'ano, esce attaccato all'epidermide esterna. Se ne terrà parola allorchè si tratterà della muta.

2.^a *Tunica media: ghiandola*.—Questa tunica si compone d'un piano di follicoli secretori (fig. 64) dell'umore gastrico, quell'umore giallo, limpido, piuttosto denso, che è l'agente precipuo della digestione.

3.^a *Tunica esterna: membrana muscolare*. — La più esterna è la membrana muscolare. Le fibre muscolari vanno in svariatissimi sensi e provvedono a tutti i movimenti di cui abbisogna. Esse si dividono in strati secondo le direzioni.

Strato profondo. — Lo strato profondo offre le fibre muscolari circolari *s, s* (fig. 65) sparse quasi equabilmente, sebbene a brevi intervalli siano maggiormente stipate e formino altrettanti fascetti muscolari *aa', aa'*, distinti.

Strato medio. — Lo strato medio de' fascetti muscolari offre i muscoli longitudinali *bb', bb'* egualmente disposti (fig. 65). A questo strato appartengono i due massimi cordoni di cui già parlai, e che riscontransi tanto lungo la linea dorsale del tubo, quanto lungo la ventrale. In alcuni punti però i due cordoni si fondono, e sotto il microscopio si vede un fascio solo *cc', cc'*, più grande.

Strato superficiale. — Lo strato medio ora descritto è nudo solamente in alcuni punti dell'intestino; infatti nella sua parte anteriore è esterno, non osservandosi sopra di lui alcun altro strato. Senonchè dai punti *L, L'* (fig. 51 e 52) della seconda divisione partono due fasci muscolari composti di 6 muscoli distinti, i quali, riuniti a poca distanza, si portano sopra lo stomaco in corrispondenza della seconda stigma: là s'incontrano con quelli del lato opposto, e incrocicchiansi obliquamente sullo stomaco stesso, lo cingono tutto all'ingiro, come le fasce cingono il bimbo, costituendo per tal modo lo strato esterno muscolare della tunica intestinale. Sopra un buon tratto dell'intestino si veggono assai distinte le maglie romboidali che formano i muscoli del terzo strato.

Istologia dei muscoli. — Nella vita del baco molte volte si può osservare che i muscoli si generano per cellule, le quali in seguito si allungano striandosi. Della genesi od istologia de' medesimi si parlerà quindi nell'Articolo che tratta del sistema muscolare. Qui dirò solo che i muscoli di questi strati si presentano striati longitudinalmente, con striature trasversali (fig. 66), le quali però sono assai meno sentite e meno regolari che non nei muscoli soggetti alla volontà.

Piastre cornee della membrana interna. — L'intestino riceve i vasi malpighiani prima del principio del cieco, nella quale regione la membrana interna offre quattro piastre *a, a, a, a* (fig. 67) composte di tante squamette cornee di sostanza chitinoso e di color bruno. Al disotto di queste piastre stanno delle linee semplici di squamette cornee *b, b, b*, eguali a quelle di cui si compongono le piastre stesse, ma disposte in serie ondulate.

In corrispondenza del cingolo *E, F* (fig. 51, 52, 54, 55, 56) che precede il cieco, esiste uno sfintere (fig. 57), che trattiene le materie dell'intestino e

non le lascia passare prima ch'abbiano acquistata una certa solidità. La figura offre lo sfintere quale si presenta osservando nell'interno dell'intestino per una sezione che si fosse operata nel senso di esso lungo la linea *A, B* della figura 55. Le fecce, passato questo sfintere, si modellano nella prima concazionazione del cieco, poi in quella del secondo. Ecco il motivo per cui escono colla forma che conosciamo (fig. 58 e 59), corrispondente appunto a quella del cieco stesso.

Delle ghiandole salivali. — Come annesso anatomico e fisiologico debbo qui far cenno delle ghiandole salivali. Costano esse di due corpi filiformi π , π (fig. 52) che stanno ai lati dell'esofago, e assottigliandosi si portano verso la bocca mettendo foce nella parte posteriore di questa. Tali organi hanno aderenza col tessuto circostante, e bisogna isolarli ed allontanarli un poco onde vederli bene. Essi si presentano sotto l'aspetto d'una fettuccia a margini ondulati, terminanti colle estremità arrotondate, cui s'attacca un filo *L* (fig. 60) che si prolunga nelle falde del tessuto cellulare delle vicinanze, e che serve a tenerle in posto. La ghiandola nel suo decorso fa una specie di ansa, gira al disotto dell'esofago e s'appoggia a quel collare di ghiandole particolari *M, M, M* (fig. 52), di cui ignorasi l'ufficio.

Ispezione microscopica delle ghiandole salivali. — Le ghiandole salivali vedute al microscopio mostrano tutta la loro interna struttura. Ad un ingrandimento mediocre (fig. 60) già si appalesano tutti i follicoli ghiandolari che in serie bordeggiano tutta quanta la fettuccia a margine ondulato, come ho già detto; or bene, ad ogni sporgenza del margine corrisponde un follicolo; l'interno è occupato da un canale escretore. Questi organi si veggono meglio aumentando l'ingrandimento (fig. 61); e dopo aver toccata la preparazione con un po' d'olio, più distinta apparisce la loro struttura. Essi risultano allora così composti:

A, A, membrana esterna;

O, O, sostanza granulare (citoblastema?) che costituisce un tubo concentrico alla membrana esterna di molto spessore ($\frac{1}{3}$ della grossezza della fettuccia);

B, B, membrana esterna del follicolo salivale;

C, C, nucleo del follicolo. Il follicolo è piriforme, ha la sua massima dimensione alla periferia, contro la membrana, e la parte stretta verso il centro;

E, parte stretta del follicolo, conformata a canale, e per cui si versa il liquido nell'interno del canale *D*.

Mediante la compressione si vede uscire il liquido salivale, che è assai trasparente e limpido. L'aspetto leggermente granuloso che si vede nella figura in corrispondenza del canale *D*, è dovuto alla membrana esterna che vi passa sopra.

ARTICOLO III.

Sistema respiratorio.

(Tav. VII.)

Il sistema respiratorio del baco, come quello della quasi totalità degli insetti, non è centralizzato ma diffuso. Esso consiste in un assieme di canali, sede del processo respiratorio, che per la loro struttura presero il nome di *trachee* (in analogia alla trachea degli animali superiori). Sotto il rapporto della copia il baco è abbondantemente provveduto di questi vasi; il sistema poi delle trachee è assai complicato per la sua struttura, per i suoi punti d'origine, per le sue ramificazioni, non che pel modo di comportarsi dei varii tronchi, di cui si compone, relativamente agli organi.

Rinunziando di qui fare una estesa e completa narrazione di questo sistema, dirò tuttavia quanto è necessario per formarsene una giusta idea, specialmente in riguardo all'animale che forma il soggetto del presente scritto.

Lyonet descrisse in un modo impareggiabile il sistema respiratorio nel bruco del salice (*Cossus ligniperda*). Confrontando il sistema tracheale di questa specie con quello del baco, si scorgerà non esservi molta differenza. In altri insetti, ove pure venne studiato diligentemente, si notarono delle particolarità non riscontrate nel baco. Io passerò dunque in rivista questo sistema sotto il duplice aspetto della sua intima struttura e del suo modo di distribuirsi.

Struttura delle trachee. — Le trachee nella larva del baco si appaiono come tanti tubetti ramificati d'un colore cinericcio. Questo colore oscuro è dovuto in parte ad una delle membrane che ne compone le pareti, ed in parte all'aria in esse contenuta. L'assorbimento della luce e la conseguente oscurità dei tubetti tracheali sono prodotti dal diverso grado di rifrazione che esiste tra l'acqua nella quale si fa l'osservazione e l'aria contenuta dalle trachee.

Le trachee contengono aria. — Ciò si deduce dalla comunicazione che questi tubi hanno coll'esterno, e dal servir essi a mettere in contatto questo fluido elastico col sangue. Il microscopio poi ne offre la prova: se delle trachee fresche nuotanti sull'acqua vengono compresse fra due lastre di vetro piane e parallele, si vedono le bolle d'aria *A, A* (fig. 99), uscire dalle estremità tagliate: Sotto il microscopio le trachee che contengono aria si distinguono facilmente da quelle che già annisero acqua nel loro interno. Sono queste più trasparenti (*A, A*, fig. 98) e spiccano meno nel campo rischiarato dell'istrumento. Al contrario le porzioni ancora ripiene d'aria (*B, B*) appaiono fortemente cerulee e

sembrano più convesse e più visibili ne' loro contorni. Lo stesso fenomeno riscontrasi in tubi capillari di vetro occupati da aria o da acqua.

Le trachee constano di due membrane assai distinte ed ammesse da tutti i micrografi. In più casi però io ne vidi una terza più interna, che non dubiterei di ritenere come propria di questi tubi.

Membrana esterna. — La membrana esterna al suo completo sviluppo presentasi priva di organizzazione; è esile, e piuttosto abbondante in confronto della sottoposta; perciò vi fa delle piegature e non vi aderisce troppo tenacemente. Così presentasi quando la trachea è ancora di fresca formazione ed allorchando non ha ancora stanziato a lungo nell'acqua; giacchè questa membrana essendo assai igroscopica, lascia per endosmosi trapelare acqua nel suo interno, nel qual caso essa si allontana dalla sottoposta e si fa assai palese. Le lettere *a, a* della figura 92 rappresentano entrambi i detti modi di apparenza. La membrana esterna risulta, come si vedrà, da cellule nucleate che si stipano intorno alle vecchie trachee e si organizzano in una nuova. Quando la conversione di dette cellule in una membrana continua non è completa, se ne veggono ancora alcune (*a, a*, fig. 93) nello spessore della membrana, le quali da taluni, che sostengono la circolazione peritracheale (intermembranulare), sono ritenute per globuli sanguigni penetrati tra le membrane, ciò che è un puro abbaglio. Se le membrane tracheali sono in istato di formazione, l'ammasso di queste cellule attorno alle vecchie trachee è immenso, il che ci chiarisce come avvenga che poche di esse, ultimo residuo del processo formativo, possano essere state ritenute per globuli sanguigni circolanti.

Membrana spirale. — La membrana interna, quella che succede alla fin qui descritta, porta il nome di *membrana spirale*; è dessa che caratterizza immensamente il sistema respiratorio. Sotto il microscopio si appalesa come una membrana trasversalmente rigata da linee nette, precise, formate da ingrossamenti lineari trasversali che appajono neri; gli spazii tra queste linee nere sono bianchi; le linee nere sono avvicinatissime (fig. 92, 94, 95).

Sulla vera struttura di questa membrana dissentono assai gli entomo-anatomici. Taluni ritengono che il nero delle linee trasversali sia prodotto da una duplicatura circolare delle membrane interne; duplicatura che formerebbe quasi altrettanti anelli tutti interi, come le valvole conniventi nell'intestino. Così spiegando essi l'apparenza delle trachee, non ammettono lo svolgersi in un filo di questa membrana. Altri invece sostengono, ed io pure sono del parere di costoro, che questa membrana risulti di un filo membranoso avvolto a spirale, del che si ha una non dubbia prova nel vedere il filo formante la spirale (fig. 92) svolgersi istessamente come un filo metallico svolgeressesi dalla

parte elastica di una brettella od altro. Non sempre si riesce a vedere questo svolgersi del filo, ma una volta veduto, si resta persuaso del fatto.

Su tale argomento devo aggiungere che il filo riscontrasi talvolta semplice, talvolta doppio, triplo (non ne vidi mai uno quadruplo), per cui collo svolgimento non s'ottiene un filo solo, ma un nastrino composto di due o tre fili, come appare dalla figura 92. Quando il filo si svolge, la membrana esterna *a, a*, non più sostenuta, si fa flacida, e segue per un tratto il filo svolto, conservandosi però ad una considerevole distanza da quello. Si direbbe che la membrana esterna ha una specie di contrattilità, per cui cessando la forza che la distende, essa cerca di assumere un diametro minore e di avvizzirsi (*a, c, a, c*). La proprietà che hanno i tubi tracheali di rimanere sempre aperti (ciò che è necessario affinché l'aria vi abbia sempre un facile ingresso) è dovuta alla membrana spirale. Il filo della spira è di sostanza chitinoso, come lo provano: 1.° la sua durezza e la sua elasticità; 2.° il suo colore; 3.° il suo modo di comportarsi coll'ossido potassico; 4.° la sua relazione coll'epidermide; 5.° il suo mutarsi ad ogni assopimento, come fa quella.

Le trachee non hanno ovunque la stessa struttura. — Le trachee quando sono giunte ad $\frac{1}{900}$ di millimetro perdono l'indicata loro struttura. La membrana esterna continua, mentre cessa insensibilmente la membrana spirale: ove precisamente questa finisce, non si può stabilire. Si comprende che la membrana spirale si comporta precisamente come gli anelli cartilaginei delle trachee, de' bronchi e delle loro suddivisioni negli animali superiori, adempiendone l'ufficio al pari di questi.

Le trachee vanno sempre più suddividendosi di mano in mano che s'intermano fra i visceri e che ne penetrano la compagine. Le suddivisioni si operano per lo più ad angolo acuto, ed il loro decorso si fa in linea retta, o leggermente curva. Sopra alcuni organi però la copia ed il modo di decorrere delle trachee si opera in un modo affatto speciale, come, p. e., sul sistema nervoso, sugli organi della riproduzione, ec. (Tav. VI, fig. 85).

Le trachee del baco sono circolari.

Delle stigme. — Le trachee cominciano dalle stigme, ossia da quelle macchiette che tanto sorprendono sulla superficie del corpo del baco. Appajono esse alla vista come altrettanti punti neri, ellittici, disposti simmetricamente ai lati del corpo (Tav. II, fig. 17).

Il loro numero è di nove paja: il primo pajo occupa il primo anello, gli altri otto paja occupano gli altri anelli, cominciando dal 4.°; sicchè il 2.°, il 3.° e il 12.° ne sono sprovvisti. Esse giacciono circa 0^m,001 distanti da quella serie di rialzi che dicemmo scorrere lungo il margine inferiore ai lati del

corpo. La loro posizione varia in relazione alle divisioni. Di mano in mano che si osservano le stigme che occupano gli anelli posteriori, vedesi che si fanno sempre più equidistanti dalle due divisioni che limitano l'anello in cui sono collocate; all'opposto le prime sono più vicine al margine anteriore dell'anello corrispondente. La pelle attorno ad esse è rialzata, sparsa talvolta di rari peli *P, P* (fig. 97), e talvolta anche nuda.

Il diametro massimo delle stigme, che nel baco poggianti orizzontalmente sulle sue zamme è verticale, corrisponde a $0^m,0002$; il minimo a $0^m,00025$.

Ogni stigma è circondata da un cerchietto bruno *O, O* (fig. 96 e 97), tondeggiante, ellittico, che s'ingrossa a metà altezza. Da questo punto il cerchietto assottigliandosi si porta all'estremità del massimo diametro.

Tesa in mezzo al cerchietto sta una lamina *L, L* (fig. 96), di color bruno un po' più chiaro. Questa membrana offre delle striature curvilinee che si portano dal cerchietto indicato, ossia dalla periferia della stigma ad una fessura *R, R* (fig. 96 e 97) che offre la lamina lungo il suo massimo diametro. L'aria passa appunto per questa fessura, i cui labbri però difficilmente si possono vedere staccati.

Il cerchietto internamente è scanalato nel suo contorno; nella parte anteriore di questa doccia sta l'attaccatura della lamina ora descritta, mentre nella sua parte posteriore si attacca il *vestibolo tracheale I* (fig. 95).

Le stigme sono concave esternamente e munite di piccoli ma spessi peli *P, P* (fig. 97) sulla loro superficie. È dovuta a questi peli l'adesione d'una bollicina d'aria che sempre rimane nel cavo delle stigme quando si immerge un baco nell'acqua, bollicina che lo difende per qualche tempo contro l'asfissia. Dai peli stessi dipende la difficoltà che s'incontra nel voler privar d'aria le trachee intercettandone l'ingresso per mezzo di materie untuose applicate alle stigme.

Le stigme costituiscono l'adito pel quale penetra l'aria; oltrepassato il quale, trovasi nell'accennato vestibolo tracheale.

Del vestibolo tracheale. — Con questo nome io designo una piccola cavità subsferica, che sta direttamente dietro alle stigme, le cui pareti hanno già la struttura delle trachee stesse, tranne che la membrana spirale le fa d'intorno ampii e sinuosi giri onde circondare i tubi tracheali che vi si impiantano, o che ne partono (fig. 94 e 95). Questo vestibolo si attacca coll'orlo *O* (fig. 95) alla parte posteriore della doccia della stigma.

Il vestibolo tracheale è il punto di partenza di tutti i tubi tracheali. Vi ha grande uniformità sul modo di distribuzione di questi rami di ogni stigma; molti però offrono delle particolarità degne di rimarco.

Le figure 88 e 89, destinate a dare un'idea del modo di distribuzione delle trachee, offrono un disegno diviso in due parti; la prima (fig. 88) rappresenta

le trachee che si distribuiscono nel piano profondo od interno de' muscoli, non che ai visceri; l'altra (fig. 89), le trachee che si distribuiscono ai muscoli esterni, i quali però nella figura (rappresentante un baco spaccato pel dorso) restano i profondi (1).

Da ogni stigma partono tre sorta di rami tracheali, che verrò di mano in mano descrivendo; cioè: 1.° i rami che vanno all'esterno; 2.° i rami che si portano all'interno; 3.° i due rami che partendo in senso opposto da ogni trachea e scorrendo longitudinalmente al corpo, vanno a congiungere ogni stigma colle due vicine. Il ramo che per tal modo si costituisce tra stigma e stigma sarà chiamato *ramo interstigmatico* (*trachée-artère* di Lyonet).

Ramo interstigmatico. — È desso costituito da due lunghi tubi *A, A, A...* (fig. 88 e 89) che scorrono lungo i lati del baco e che sorprendono a prima vista per la loro direzione e pel loro calibro maggiore di quello di qualunque altro ramo tracheale.

Questi rami, l'uno destro, l'altro sinistro, da me denominati *interstigmatici* dai loro rapporti anatomici, sono gli stessi che Lyonet paragonò alle maggiori diramazioni delle trachee negli animali superiori. Si capisce chiaramente alla loro disposizione che solamente dalla prima e dall'ultima stigma partirà un unico tronco interstigmatico; mentre il tronco che si porta alla rispettiva estremità del corpo non avendo più stigma cui riferirsi, si diramerà alle parti adiacenti collocate appunto nelle corrispondenti estremità. Di questi tronchi si parlerà separatamente.

Proprietà dei rami interstigmatici. — Ogni ramo interstigmatico scorre dunque tra una stigma e l'altra. Fra tutte le diramazioni tracheali del baco i rami interstigmatici si distinguono per le seguenti proprietà: 1.° il calibro, che arriva a 0^{mm},35, mentre la maggior grossezza degli altri rami è di 0^{mm},2; 2.° lo stato continuo del loro calibro in ogni punto costante; non sono quindi conici ma cilindrici; 3.° il non mandare ramo alcuno che in caso affatto eccezionale, come verrò indicando; 4.° finalmente (ed è questo il carattere principale, non però a questi rami esclusivo) di offrire in un punto della loro lunghezza un'interruzione della membrana interna, nel quale manca la spira.

(1) Nel dare la descrizione delle diramazioni tracheali, iatendo sempre di descrivere il baco quale è rappresentato dalle figure, cioè spaccato e ridotto ad un piano: spetta quindi al lettore di ridurre mentalmente il corpo piano del baco in cilindrico. Quando io dirò, p. e., trachee profonde, intenderò quelle che nella figura vanno sotto allo strato superficiale, e nel baco vivo invece si portano più sotto alla pelle. — Le denominazioni di *rami esterni* o *rami interni*, avranno relazione alla linea mediana della figura; esterni, p. e., saranno quelli che si portano al margine esterno della figura, ec.

Quest' apparenza *B, A* (fig. 90 e 90 *bis*) rappresentata appositamente assai in grande nella figura 90, è una specie d'anello, d'ineguale lunghezza nel suo contorno, più grosso che non il vaso su cui sta, ed arcuato nelle sue pareti, le quali esternamente sono convesse; somiglia ad un manicotto. La sua lunghezza reale è circa di 0^m,0005. Offre un leggiero ingrossamento a' suoi due margini, a' quali appunto s'attacca e termina la spira che parte dal vestibolo della stigma corrispondente. Quest'anello si distingue anche pel colore, più bianco che non il restante del tronco, ciò che è prodotto dalla mancanza del filo spirale. La struttura del manicotto tuttavia non è limitata alla semplice membrana esterna, ma è più complicata; giacchè dalla superficie interna partono tanti peli od aculei *P, P* (fig. 91) che si portano verso l'asse del medesimo e ne turano in gran parte le cavità. I detti peli hanno una base circolare, e sono cavi; dal che nasce, che essendo la membrana che forma il manicotto assai trasparente ed i peli invece bruni, questi designano nella parete stessa del manicotto una gran quantità di anellini o macchiette anellari *a, a'* (fig. 90 e 90 *bis*). La presenza di questo manicotto è importantissima per spiegare la muta della membrana spirale nei tronchi interstigmatici: la troveremo ripetuta in un altro caso analogo che a suo luogo descriverò con eguali particolarità.

I manicotti non trovansi sempre alla stessa distanza delle due stigme rispettive tra cui sono collocati. Così il primo manicotto è assai discosto dalla seconda stigma ed assai prossimo alla prima; il secondo più prossimo alla terza; e così via via, come può vedersi consultando i numeri romani dal I al IX, con cui sono contrassegnati nella figura 88.

Verrò ora descrivendo gli altri rami che partono dalle singole stigme, cominciando dalla 2.^a fino all' 8.^a, riservandomi per ultimo a trattare delle stigme 9.^a e 1.^a, perchè, oltre ai rami analoghi a quelli che partono anche dalle altre stigme, danno origine a rami speciali.

Distinguerò i rami esterni ed i rami interni, e in ognuna di queste sezioni i rami muscolari e i rami viscerali; tra i muscolari poi si esterni che interni distinguerò i superficiali e i profondi.

Trachee o rami tracheali	}	che vanno ai visceri (<i>viscerali</i>)	}	interni	}	profondi
		che si diffondono ai muscoli (<i>muscolari</i>)				superficiali
						esterni

Uno sguardo gettato sulla duplice figura 88 e 89 val quasi quanto una minuta

descrizione; ad evitare la confusione che potrebbe nascere dalla complicazione del disegno, ho adottato

- 1.° pei rami viscerali le lettere majuscole *B, C, D*, ec. (1).
- 2.° " " muscolari esterni le lettere minuscole *a, b, c, d, e*, ec.
- 3.° " " interni le lettere greche $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \epsilon, \iota$, ec.

Nella diramazione, i rami di primo ordine, quelli cioè che partono direttamente dal vestibolo, avranno sempre le medesime lettere; così dicasi degli altri di secondo ordine, di terzo, e via discorrendo. — Essendo grande l'analogia tra i rami che partono da una stigma e quelli che da un'altra, descritti minutamente i rami di una di esse, non mi dilungherò di troppo nella descrizione degli altri.

II.^a *Stigma* (4.° *anello*). — La seconda stigma è assai ricca in diramazioni.

1.° *Rami viscerali*. Al lato esterno dell'inserzione del tronco interstigmatico sorge un grosso ramo *B* (fig. 88), che ripiegatosi leggermente ad arco per internarsi, scavalca il ramo interstigmatico, e portandosi anteriormente e verso la linea mediana, dà una grossa diramazione *B, B'*, la quale si reca sempre più in avanti e si biforca in due rami *D, D'*. Questi dopo breve tragitto si suddividono alla lor volta in numerosi troncolini che formano la rete *D' D'*. Il ramo *B*, oltre il tronco *B, B'*, dà contemporaneamente i due altri *BD, BE*. — *D*, fatto parallelo ai *D, D'*, dati direttamente da *B'*, si porta avanti e raggiunge le divisioni *D', D'*, con cui si unisce ed intreccia i proprii vasi. I vasellini *D', D', D'* si diffondono sullo stomaco, e precisamente sulla sua porzione anteriore, ove su questo organo s'inserisce l'esofago. Il ramo *E* si porta pure avanti, ma meno anteriormente, di preferenza verso la linea mediana, e co' suoi rami *E', E'* si getta anch'esso sullo stomaco. Ne consegue che sono numerose le trachee che si portano sullo stomaco.

Dalla seconda stigma parte un altro ramo viscerale *G*, il quale si porta leggermente un po' in avanti, indi si ripiega all'indietro, ed in una direzione obliqua postero-interna dà origine ai rami *P, P* che pure si versano sullo stomaco. Frattanto de' piccoli rami *S, S, S* si portano profondamente e vanno sui tubi della seta che stanno sotto allo stomaco in quella posizione.

2.° *Rami muscolari esterni*. — I rami muscolari esterni si dividono in profondi ed in superficiali. I superficiali sono quelli che nella figura appariscono al disopra dello strato muscolare il più superficiale, ma che in realtà sono i più profondi.

(1) Esclusa la lettera *A* adoperata ad indicare i tronchi interstigmatici.

Rami muscolari esterni superficiali. — Numerosi sono questi rami che partono dalla 2.^a stigma, giacchè questa fornisce di trachee il terzo anello che ne è privo. Due rami *b, c*, (fig. 88), colle loro diramazioni, si portano anteriormente: è da essi che derivano i muscoli superficiali.

Posteriormente si porta il ramo *g*, il quale scorre sopra i muscoli superficiali terminando in tre diramazioni *q', q', q'*. Questo è l'unico tronco superficiale che ricevono i muscoli superficiali del quarto anello.

I rami muscolari profondi sono del pari numerosi e distinguonsi in esterni ed interni.

Rami muscolari esterni profondi. — Essi sono tre: uno anteriore *m* (fig. 88), che si porta nel terzo anello nelle adiacenze dei rami tracheali posteriori di quest'anello; due posteriori *g, h* (fig. 88 e 89) nei muscoli profondi del quarto anello. In quest'ultima figura si veggono le ramificazioni di questi tronchi profondi, di cui *m* dà il ramo *m'*, talvolta duplice; *h* i rami *i, l', l'*; e *g* i rami *n' n'*.

Ramo muscolare interno superficiale. — Questo ramo che non potendo essere indicato nella figura 88 se non sotto ai viscerali già descritti, venne ommesso onde evitare confusione, suddiviso da prima in due, poi in parecchi troncolini, fornisce di trachee i muscoli su cui poggia direttamente lo stomaco.

Rami muscolari interni profondi. — Ve n'ha uno solo ed assai importante pel suo decorso. Questo ramo ω, ω (fig. 89) discende un poco posteriormente, andando per qualche tratto lungo il ramo interstigmatico tra la 2.^a e 3.^a stigma; quindi si divide in parecchi rami: δ , che dà $\delta\delta$; λ che dà altri esilissimi rami, e μ che si porta più indietro per arrivare alla divisione quarta ove si hanno le attaccature dei muscoli. Dopo aver somministrato questi rami, descritto un arco colla convessità, si volge posteriormente verso la quarta divisione, e continuando dello stesso calibro si porta precisamente fino alla linea mediana della duplice figura 88 e 89, sulla quale presenta il manicotto *A'4*, analogo affatto ai manicotti *B, A* (fig. 90 e 90 bis) dei rami interstigmatici già descritti, e della medesima struttura. Al manicotto *A'4* succede un ramo analogo, che egualmente scorrendo sui muscoli profondi, si porta alla stigma omologa. Questo ramo ω (fig. 88) che passa sotto il muscolo ℓ è adunque un ramo interstigmatico, ma nel senso trasversale del corpo del baco, che per tal modo possiede due canali longitudinali uniti da altrettanti canali trasversali quante sono le stigme che si riscontrano nei lati del baco.

III.^a *Stigma* (3.^o anello). — Dalla terza stigma partono:

- 1.^o Il ramo interstigmatico anteriore *A* (fig. 88) verso il manicotto III.
- 2.^o Il ramo interstigmatico posteriore *A* verso il manicotto IV.
- 3.^o I rami viscerali *B, G*, che vanno allo stomaco coi troncolini *E, E, P*.

i quali si suddividono alla lor volta in molti ramoscelli inferiori.

4.° Il ramo muscolare esterno superficiale anteriore *h*, colle diramazioni *h' h' h'*, delle quali le anteriori si portano ai muscoli del 4.° anello, le posteriori rimangono nel 5.° anello.

5.° Il ramo muscolare esterno superficiale posteriore *i* che si disperde colle sue suddivisioni *i', i', i'* nel muscolo θ del quinto anello.

6.° Il ramo muscolare esterno profondo *g* (fig. 88 e 89), che si comporta come quello della 2.^a stigma, cioè passa sotto il muscolo θ , e si suddivide in *l', l'* mediani ed anteriori, ed in *n', n'* posteriori.

7.° I rami muscolari interni superficiali Δ, Δ (fig. 88), che si diramano sul muscolo ξ , e il ramo γ che si dirama sui muscoli superficiali della linea mediana.

8.° Finalmente il ramo muscolare interno profondo ω, ω (fig. 89), che dà δ, μ , e si reca al manicotto *A'5*, il quale è un po' più distante dalla 6.^a divisione che non il manicotto *A'4* dalla 5.^a

IV.^a *Stigma* (6.° anello). — Questa stigma fornisce:

1.° Il ramo interstigmatico anteriore *A* (fig. 88) verso il manicotto IV.

2.° Il ramo interstigmatico posteriore *A* verso il manicotto V.

3.° I rami viscerali *B* colla sua diramazione *E, E; H* colle diramazioni *H', H', H'; C* colle diramazioni *P, P*. Questi rami hanno la proprietà di suddividersi poco, di essere comparativamente assai lunghi, e di presentarsi piuttosto tesi; inoltre i due anteriori *B* e *H* colle loro diramazioni si spingono molto avanti nel 5.° e 4.° anello.

4.° Il ramo muscolare esterno superficiale anteriore *h*, che portasi coi derivati *h', h'* nel muscolo θ .

5.° Il ramo muscolare esterno superficiale posteriore *i* coi rami *i', i', i'*.

6.° Il ramo muscolare esterno profondo *g* (fig. 88 e 89) coi rami *l', l', n' n'*. Questo ramo *g*, come gli analoghi negli altri anelli, non passa sotto che ad una sola porzione esterna del muscolo θ , mentre scorre sopra al lacerto interno del muscolo stesso.

7.° I rami muscolari interni superficiali Δ, γ (fig. 88) sul muscolo ξ .

8.° Il ramo muscolare interno profondo ω, ω (fig. 89) colle sue diramazioni $\delta, \delta, \delta, \mu, \lambda$, e la cui continuazione si porta al manicotto mediano *A'6*.

9.° Il ramo interno della seta ζ (fig. 88), che si divide nei rami $\zeta' \zeta'$, i quali si portano indietro passando anche nel 7.° anello (1).

(1) Dei rami viscerali di questa stigma alcuni si portano sui vasi malpighiani che rilegano e fermano, e specialmente sulla coppia mediana che in quella corrispondenza si ripiega e si porta all'indietro.

V.^a *Stigma* (7.^o *anello*). — Partono dalla 5.^a stigma:

1.^o I soliti rami viscerali *B, C* (fig. 88), che danno, tra le più appariscenti, le consuete diramazioni *E, P, P*. Qui debbesi notare che i rami dell'intestino partenti dalla 5.^a stigma non si portano anteriormente ma solo trasversalmente all'interno, il che accade anche agli analoghi rami della 6.^a, 7.^a, 8.^a e 9.^a stigma. Essi offrono inoltre la particolarità di suddividersi in fiocchi maggiori, coi quali si versano più copiosi sull'intestino istesso. Molti di questi rami vanno a diffondersi e a serpeggiare sopra i vasi malpighiani, servendo loro di mezzo d'unione.

2.^o Il ramo interstigmatico anteriore *A* verso il manicotto V.

3.^o Il ramo interstigmatico posteriore *A* verso il manicotto VI.

4.^o Il ramo muscolare esterno anteriore *h* colle sue diramazioni *h' h'* nel muscolo θ .

5.^o Il ramo esterno superficiale posteriore *i* colle sue derivazioni *i', i'*.

6.^o Il ramo esterno profondo *g* (fig. 88 e 89) colle diramazioni *l, l, n' n'*.

7.^o Il ramo interno superficiale anteriore γ (fig. 88) nel muscolo ϵ , e il posteriore Δ .

8.^o Il ramo interno profondo ω, ω (fig. 89), che dà anteriormente $\hat{\delta}$ e $\hat{\delta}\hat{\delta}$, poi λ , e posteriormente μ, μ ; continuando poscia verso la linea mediana, tocca la divisione 7.^a e si porta finalmente al manicotto A' 7 (1).

VI.^a *Stigma* (8.^o *anello*). — Partono dalla 6.^a stigma:

1.^o Il ramo interstigmatico anteriore *A* (fig. 88) verso il manicotto VI.

2.^o Il ramo interstigmatico posteriore *A* verso il manicotto VII.

3.^o I rami viscerali *B, C* colle derivazioni *E, E, P, P*.

4.^o Il ramo muscolare esterno superficiale anteriore *h* colle diramazioni *h' h' h'* sul muscolo θ .

5.^o Il ramo muscolare esterno superficiale posteriore *i* colle derivazioni *i' i'*, di cui l'una posteriore si reca fin quasi sull'anello 9.^o

6.^o Il ramo muscolare esterno profondo *g* (fig. 88 e 89) colle diramazioni *l, l* anteriori, *n', n'* posteriori.

7.^o Il ramo muscolare interno superficiale anteriore γ , posteriore Δ (fig. 88).

8.^o Il ramo muscolare interno profondo ω, ω (fig. 89), colle diramazioni anteriori $\hat{\delta}, \hat{\delta}, \hat{\delta}\hat{\delta}, \lambda$, posteriori μ, μ , che termina al manicotto A' 8.

VII.^a *Stigma* (9.^o *anello*). — Dalla 7.^a stigma partono:

1.^o Il ramo interstigmatico anteriore *A* (fig. 88) verso il manicotto VII.

(1) Da questa stigma partono rami abbondanti verso il tessuto cellulare; tra i quali alcune diramazioni vanno agli organi genitali che si trovano in quella corrispondenza.

2.° Il ramo interstigmatico posteriore *A* verso il manicotto VIII.

3.° I rami viscerali *B, C, T, U* che con numerose e fine diramazioni si versano tutti nel tratto di intestino che corrisponde all'anello 9.° e lo tengono assai fissamente al posto. Si noti questa quadruplica divisione dei rami viscerali.

4.° Il ramo muscolare esterno superficiale anteriore *h* che si porta sul muscolo θ verso la sua attaccatura anteriore. È singolare che tutte le sue ramificazioni *h' h' h'* partono da un lato solo.

5.° Il ramo muscolare esterno superficiale posteriore *i*, che in modo assai semplice volgesi verso la terzultima divisione.

6.° Il ramo muscolare esterno profondo *g* (fig. 88 e 89) che dà i suoi soliti rami *l, l, n' n'*. Riguardo a questo ramo noterò che il muscolo θ (fig. 88), sotto cui si approfonda, essendone distante lo lascia scoperto per lungo tratto, ciò che negli altri anelli avviene in proporzione minore.

7.° Il ramo muscolare interno superficiale anteriore γ , posteriore Δ (fig. 88).

8.° Il ramo muscolare interno profondo ω, ω (fig. 89). Questo ramo si biforca subito in due rami rilevanti, cioè: δ , che nasce prossimo al vestibolo stigmatico, e dà poscia $\delta\delta$ ed altri ramoscelli; e il ramo anteriore λ coi molti ed esili ramoscelli posteriori μ . Il ramo ω, ω continua poi fino al manicotto *A' 9*.

VIII.^a *Stigma* (10.° anello). Il vestibolo di questa stigma dà i seguenti rami:

1.° Il ramo interstigmatico anteriore *A* (fig. 88) che va al manicotto VIII.

2.° Il ramo interstigmatico posteriore *A* che va al manicotto IX.

3.° I rami viscerali assai numerosi e grossi *B* anteriore, *C, C, U* posteriori, dai quali si hanno le grosse ramificazioni *V, E, P, P, W, W, U'', U''*, che si portano sull'intestino corrispondente.

4.° Il ramo muscolare esterno superficiale anteriore *h* che dà altri ramoscelli *h' h'*.

5.° Il ramo muscolare esterno superficiale posteriore *i* che dà i rami *i' i'*.

6.° Il ramo muscolare esterno profondo *g* (fig. 88 e 89) che va sotto il muscolo θ , e si divide in *l, l, n', n'*.

7.° Il ramo muscolare interno superficiale Δ (fig. 88).

8.° Il ramo muscolare interno profondo ω, ω (fig. 89) che dà δ , il quale si porta molto anteriormente e termina in $\delta\delta$; λ che pure si suddivide; poi posteriormente μ . Il ramo ω, ω continua per finire al manicotto *A' 10*.

Tra i rami viscerali di questa stigma molti vanno sulla parte stellata del cieco.

Si deve ancora notare che il ramo interstigmatico tra l'8.^a e 9.^a stigma manda (non sempre però) un ramo all'interno che si biforca e si porta sull'intestino *L* (fig. 88).

IX.^a *Stigma ed ultima* (11.^o anello). — Questa stigma, nelle diramazioni che somministra, presenta alcune proprietà dipendenti da ciò che essa deve fornire di rami tracheali anche i visceri contenuti nell'ultimo anello, il quale è sprovvisto di stigma.

Rami comuni colle altre stigme. — Si riducono ai seguenti:

1.^o Il ramo interstigmatico anteriore *A* (fig. 88), che va al manicotto IX. (Il ramo interstigmatico posteriore manca, ed è sostituito da altri.)

2.^o I rami viscerali *B, C* colle diramazioni *E, E, P, P* che si gettano sulla parte anteriore del retto; il ramo *U* che dà *U', U'*, spingendoli assai lontani indietro, sicchè vanno a fornire l'ultima porzione del retto.

3.^o Il ramo muscolare esterno superficiale anteriore *h* con *h', h'*.

4.^o Il ramo muscolare esterno superficiale posteriore *i* con *i', i'*.

5.^o Il ramo muscolare esterno profondo *g* (fig. 88 e 89) che dà *l, l* e *n', n'*.

6.^o Il ramo muscolare interno superficiale γ anteriore (fig. 88), e Δ posteriore; questo si spinge già posteriormente fornendo il muscolo ϵ del 12.^o anello.

7.^o Il ramo muscolare interno profondo ω, ω (fig. 88) che dà i soliti ramoscelli anteriori, e continuando in linea curva termina all'ultimo manicotto collocato nella 12.^a divisione.

Rami proprii partenti dalla 9.^a stigma. — I rami proprii che partono dalla 9.^a stigma si recano tutti posteriormente ad essa, e rappresentano in certa guisa il ramo interstigmatico che qui non esiste, non riscontrandosi altra stigma dopo la 9.^a Sono in numero di due, ν e π (fig. 88).

Il ramo ν discende in basso all'esterno, oltrepassa l'ultima divisione e si divide in tre altri rami: l'uno interno α , il secondo medio ζ , il terzo esterno z . L'interno α (fig. 88 e 89) scorre sul muscolo ϵ facendo anteriormente una lieve curva, e dopo si approfonda sotto il muscolo stesso (fig. 88) e si divide in tre diramazioni $\alpha', \alpha', \alpha'$ (fig. 89), diffondendosi ai muscoli profondi. Questo ramo rappresenta nell'ultimo anello il tronco ω, ω degli altri anelli, tranne che non termina ad alcun manicotto, ma diramasi come la massa delle trachee. Il ramo medio ζ (fig. 88 e 89) scorre più arcuato all'indietro; si porta direttamente sotto il muscolo ϵ (fig. 88), e suddividesi nelle diramazioni ζ', ζ', ζ' (fig. 89). Questo ramo corrisponde al ramo *g* esterno profondo degli altri anelli.

Finalmente all'esterno e superficialmente, tra l'11.^o e il 12.^o anello, scorre il ramo π (fig. 88), che parte direttamente dal vestibolo della 9.^a stigma, si porta in basso come il ramo ν , ramificandosi a destra e a sinistra, e diffondendosi sul muscolo θ .

Queste sono le principali ramificazioni tracheali che osservansi nella parte

posteriore del baco. Debbo però aggiungere che il ramo interstigmatico A al 2.^o manicotto manda un ramo all'esterno, che subito si biforca e si spande ai muscoli superficiali della località nella loro sede.

Rami tracheali anteriori alla 2.^a stigma. — Il ramo interstigmatico tra la 2.^a e la 1.^a stigma è assai lungo, dovendo percorrere due anelli senza trovare stigma di sorta. Manda esso alcune ramificazioni, ed in tal modo supplisce alla stigma o alle stigme mancanti. Qui si presenta la domanda: Perché mai la natura non provvede di stigme questi due anelli? perchè non segna il sistema degli altri anelli, mentre pur dovette fornire di trachee le parti corrispondenti, supplendo così alle stigme stesse? Ecco una di quelle recondite disposizioni della natura che forse non si conosceranno mai, e che appena lasciano luogo a più o meno verosimili supposizioni.

Giunti quasi a metà del terzo anello il ramo interstigmatico dà il grosso tronco profondo ω (fig. 89), che fornisce le parti profonde di ramoscelli, tra i quali μ , e progredendo sempre grosso, va a terminare al manicotto $A'3$.

Alle basi di questo ramo ω se ne diparte un secondo pure profondo B , che dà molti ramoscelli B', B' , il quale talvolta ha comune origine col ramo ω .

Dopo aver dato la diramazione ora indicata, dal ramo interstigmatico parte all'esterno pure profondamente il ramo ψ , e più avanti ancora il ramo r colle ramificazioni x', x', x' ; questi rami sono tutti profondi.

Superficialmente invece si ha all'interno il ramo L (fig. 88) colle sue diramazioni, ed all'esterno il ramo M con M', M' che si diffondono sul muscolo θ del 2.^o anello, specialmente sulla divisione tra questo ed il 3.^o anello.

1.^a Stigma (1.^o anello). — Dalla 2.^a stigma parte il ramo interstigmatico, il quale, dopo aver dati due manicotti (il primo nel 2.^o anello, il secondo nel 3.^o), giunge finalmente all'atrio della 1.^a stigma. Questa dà superficialmente ed all'indietro i rami G (fig. 88), che si gettano sul principio dello stomaco, o meglio ancora sull'esofago, che, piccolo in paragone allo stomaco, richiede poche trachee. Ancora superficialmente, ma all'esterno dà il ramo i , che si porta indietro e viene ai muscoli del 2.^o anello, ed il ramo h con h' che portasi in avanti. Profondamente, all'esterno, si ha il ramo g (fig. 89) che si dirama in r ed t ; ed all'interno il ramo ω , che discende nel 2.^o anello con una forte curva, e dopo aver dati i piccoli ramoscelli λ ed altri, va al manicotto $A'2$. Contemporaneamente a questo ramo ω parte il ramo B , che si suddivide nella regione profonda del 1.^o e 2.^o anello.

Dalla prima stigma partono altri rami interessantissimi, e ad essa affatto speciali, tra i quali abbiamo un ramo $\omega\omega$ (fig. 88 e 89), analogo all' ω , che si porta direttamente trasversale e va al manicotto $A'1$ collocato subito

dietro la testa. Questo ramo $\omega\omega$ dà nella sua parte anteriore un piccolo ramoscello che si porta avanti e va nel capo percorrendo la parte sua sincipitale. Nella figura appare troncato questo ramo, essendosi tagliato il margine anteriore del primo anello nella sua parte dorsale (1).

Dalla prima stigma partono ancora tre grossi rami (nella figura se ne vedono solamente due), i quali si portano nel capo e conducono tra le parti nobilissime di questa cavità quell'elemento stimolatore che presiede alla vivificazione di tutti quanti i tessuti.

Il ramo anteriore dà un ramoscello il quale si stende lungo il margine anteriore del primo anello e vi si disperde; questo ramo non si vede nella figura perchè profondo. Dopo di esso sorgono due grossi rami che oltrepassano il margine del capo e vi entrano. Essi si tengono nella sua parte dorsale e danno rami ai museoli di quella regione superiore del capo. Il primo di questi si spinge senza dar diramazione nella parte anteriore e superiore di esso. Il secondo grosso ramo che parte dalla stigma, si fa compagno del primo, suddividesi in due rami che decorrono paralleli ed entra nel capo ove si disperde nei museoli medii. Un suo ramoscello ricorrente dà suddivisioni alla ghiandola salivale.

ARTICOLO IV.

Sistema nervoso (2).

(Tav. VI.)

Il sistema nervoso nel baco da seta consta, come in moltissime tra le larve d'insetti, di piccole masse e di fili nervosi che diversamente disposti e ramificati si distribuiscono agli organi e presiedono alle loro funzioni.

Come negli animali superiori, anche negl'insetti si trovano due sistemi nervosi: un sistema cioè che presiede alla vita animale, eminentemente simmetrico; e un secondo che presiede alla vita vegetativa, assai meno diffuso, che nel suo decorso segue con minor regolarità le leggi della simmetria.

Il 1.^o è impari; sta nella linea mediana inferiore; dà rami che si portano in alto ed ai lati verso il centro e la periferia del corpo. Il 2.^o si divide in impari e pari, con che si hanno due importanti divisioni del sistema splanenico.

(1) Se il lettore s'immagina l'offerta figura ravvolta a cilindro, comprenderà come questo tronco, partito dal ramo $\omega\omega$, possa farsi superiore e divenire sotto sincipitale.

(2) Trattando la preparazione colla terebintina o con spirito di vino il quale tenga sciolto qualche olio essenziale, l'apparato nervoso si rende assai palese, e facile a distinguersi anche nelle più piccole diramazioni.

1. *Sistema nervoso della vita animale o di relazione.* — Il sistema nervoso che presiede alla vita di relazione giace sotto il sistema digerente, scorrendo sulla linea inferiore mediana del corpo (1). Esso si compone d'una serie di ganglii, in numero presso a poco eguale a quello degli anelli, da cui si diramano de' filamenti che si portano in special modo alla muscolatura. Questi ganglii sono uniti da una duplice serie di filamenti che scorrono più o meno tesi fra i ganglii stessi. Oltre agli accennati filamenti che partono dai ganglii ve ne ha una seconda serie formata da altrettante coppie che si staccano da essi filamenti prima del loro arrivo ai ganglii, costituenti quasi un apparato nervoso distinto, che si diffonde specialmente nei dintorni delle stigme. Questi nervi particolari, detti *respiratori* dalla regione ove terminano, sono più esili degli altri e più difficili a riconoscersi, ed è per ciò che rimasero più a lungo ignorati.

Il sistema nervoso costituito dalla prima serie di ganglii e di nervi che partono da essi, s'adagia, come già dissi, sotto il sistema digerente, ad eccezione però del primo ganglio anteriore, il quale invece essendo collocato superiormente al sistema stesso, a ridosso del primo tratto dell'esofago, ha forma e posizione affatto particolari, è considerato come il *cervello dell'insetto* e chiamasi *ganglio sopra-esofageo*. È desso rappresentato in posto nella duplice fig. 75-76; se non che la scala necessariamente piccola di questa figura d'assieme impedisce di rilevare chiaramente i suoi tratti caratteristici, al che supplisce la figura 82. Da questo ganglio partono i nervi che vanno alle mascelle ed agli organi dei sensi collocati nel capo; dalle sue parti laterali si staccano posteriormente due grossi filamenti *e, e* (fig. 82), i quali per andare ad attaccarsi al secondo ganglio che è *sotto-esofageo*, ossia al primo della serie sotto-intestinale, formano un anello verticale che dagli anatomici viene distinto col nome di anello esofageo o *collaretto esofageo*.

I ganglii offerti da questo sistema nervoso sono 13, compreso il sopra-esofageo che adempie l'ufficio di cervello. Solo fra tutti presentando una forma particolare, esso è più largo che lungo, e componesi di due porzioni simmetriche, piriformi, tondeggianti, unite per l'estremità grossa. La direzione del loro asse maggiore è dall'interno all'esterno, dall'avanti all'indietro, il qual modo d'apparenza è però assai soggetto a variare. Il ganglio sopra-esofageo sta nella testa al di sopra dell'esofago, e da lui partono numerosi filamenti che vanno alle parti del capo.

Gli altri dodici ganglii offrono tutti presso a poco la stessa forma, presentandosi come piccoli ammassi circolari, leggermente connessi e posti a differenti distanze.

(1) L'accennata collocazione del sistema nervoso sotto il sistema digerente è caratteristica della *branca* del regno zoologico a cui la classe degli insetti appartiene.

Il 2.^o e il 3.^o sono assai avvicinati e sporgono fuori del margine anteriore del primo anello per inoltrarsi nella parte inferiore del capo. Dal secondo ganglio partono parecchi filamenti nervosi che vanno parimenti nel capo (fig. 82); dalla sua parte posteriore invece cominciano a partire i rami analoghi a quelli che sono forniti da tutti gli altri ganglii.

Il 4.^o ganglio, maggiormente distante dal terzo che non questo dal secondo, giace nella parte anteriore del 2.^o anello: il suo volume reale è di $\frac{1}{2}$ millimetro.

I ganglii 5.^o, 6.^o, 7.^o, 8.^o, 9.^o, 10.^o ed 11.^o hanno presso a poco la medesima forma e il medesimo volume; per la loro posizione ognun d'essi corrisponde ad un anello, per modo che osservando i ganglii, progredendo dal 2.^o al 10 anello, vedonsi avvicinare di preferenza al margine posteriore dell'anello rispettivamente da essi occupato. Da ciascun ganglio partono pure due paja di nervi che si portano ai lati e di cui terrò parola più avanti.

I ganglii 12.^o e 13.^o, cioè i due ultimi, sono vicinissimi fra loro, analogamente al 2.^o ed al 3.^o, in modo d'apparire un ganglio solo allungato, se un legger solco non ne marcasse la duplice origine. Il 13.^o ha il margine anteriore, con cui s'attacca al 12.^o, troncato e diritto, mentre il margine posteriore è tondeggiante (B, fig. 84 e 85). Anche dal 12.^o partono due paja di nervi, come negli altri; dal 13.^o invece ne partono quattro paja (*d d*, *e e*, *f f*, *g g*, fig. 84 e 85), tutti dal margine posteriore avviati agli estremi del corpo della larva.

Cordoni connettivi. — Tutti i ganglii sono uniti fra loro mediante due cordoni connettivi che partono dal margine posteriore di ciascun ganglio per andare al margine anteriore del susseguente. Questi cordoni sono più o meno lunghi secondo le maggiori o minori distanze dei ganglii. In un baco della terza età si hanno le seguenti distanze:

Tra il 2.^o e il 3.^o ganglio non havvi alcuna distanza

• 3. ^o » 4. ^o »	i due cordoni sono distinti . . .	e lunghi 0 ^m ,001.
» 4. ^o » 5. ^o »	» »	0 ^m ,002.
» 5. ^o » 6. ^o »	» »	0 ^m ,005.
» 6. ^o » 7. ^o »	» »	0 ^m ,004.
» 7. ^o » 8. ^o »	» per metà. . . »	0 ^m ,004.
» 8. ^o » 9. ^o »	» per $\frac{2}{3}$ anterior- mente uniti. »	0 ^m ,004.
» 9. ^o » 10. ^o »	» poi sciolti, poi uniti . . . »	0 ^m ,0045.
» 10. ^o » 11. ^o »	» sempre . . . »	0 ^m ,006.
» 11. ^o » 12. ^o »	» » . . . »	0 ^m ,005.
» 12. ^o » 13. ^o »	non havvi alcuna distanza.	

Da questo prospetto si vede anche come i cordoni connettivi costituiscano ora un sol nervo ed ora due, o per tutto il tratto della loro lunghezza, o per sola una parte; la quale differenza è in parte dipendente anche dall'età del baco. Ricontransi invece costantemente due cordoni nel tratto tra il 3.º e il 4.º, e tra il 4.º ed il 5.º ganglio, ove anzi questi cordoni sono attraversati da muscoli.

Lo studio del sistema nervoso chiaramente dimostra che esso risulta dall'unione di parti simmetriche le quali a poco a poco si portano sulla linea mediana e vi si fondono. È facile persuadersene esaminando lo sviluppo del sistema nervoso ed osservando la figura 78, che offre l'immagine del 7.º ganglio ne' vari stadii del suo sviluppo. In *A* le due parti, di cui risulta, sono quasi staccate totalmente, mentre in *B* e in *C* si combaciano sempre più, finchè in *D* il contorno non offre traccia della primitiva divisione, e solo la si arguisce dai due centri di maggiore opacità che questo ganglio, al pari d'ogni altro, presenta.

Struttura intima dei ganglii e dei nervi. — I nervi e i ganglii del nostro insetto sono composti d'una sostanza periferica formante una specie di guaina e costituente un vero *neurilema*, che si presenta fibroso. Esso diramasi colle ramificazioni nervose, sicchè anche i più piccoli nervi ne vanno provveduti. Il neurilema contiene la vera sostanza nervosa, la quale consta di *fibrille nervose* e di *globuli nervosi*. La figura 79 rappresenta appunto l'astuccio che il neurilema forma attorno alle fibrille nervose.

Fibrille nervose. — Le fibrille nervose esistono di preferenza nei nervi che ne sono internamente costituiti; esse decorrono longitudinalmente e si possono, lacerato il neurilema, suddividere tra loro (fig. 79).

Globuli nervosi. — Nei ganglii, oltre le fibrille, contengono i globuli nervosi che ne riempiono tutta la cavità. Questi globuli (fig. 84 e 87) occupano dati posti ne' ganglii, e sono divisi come in tante regioni dalle masse di fibrille che a fasci li attraversano. Esaminati a parte, e con un forte ingrandimento, vedesi che i globuli nervosi hanno una membrana esterna γ , $\gamma \dots$ (fig. 80); che sono ellittici, ovoidi; che presentano nell'interno un nucleo trasparente λ , λ , che alla sua volta contiene un nucleolo ν , ν . Il nucleo è collocato ad una estremità del globulo ovoidale: tra il nucleo e la membrana che forma la parete del globulo sta una materia granulare π , π .

Le fibrille nervose, sia dei nervi laterali, sia dei cordoni connettivi, giunte ai ganglii, si comportano in un modo particolare. Alcune di esse attraversano tutto quanto il ganglio per uscirne poi dal lato opposto; quindi ogni ganglio ha due cordoni che lo attraversano, e che concorrono a confermare la duplice origine di quelli. Altre, invece di attraversare il ganglio, si diffondono in esso, disponendosi come a ventaglio, e si internano frammezzo ai globuli che riempiono il ganglio.

La maggiore o minor quantità delle divisioni dei fasci fibrosi che attraversano un ganglio dipende dal numero dei nervi che partono dal ganglio stesso. Così il ganglio delineato nella figura 87, presentante i rami *h, h* (cordoni connettivi superiori), i rami *b b, c c*, ed *l l* (cordoni connettivi posteriori), offre sei emanazioni fibrose, dalle quali le due β, β sono le maggiori, corrispondendo ai cordoni connettivi. Il ganglio tutto poi è circondato delle folte fibre nervose *a, a* che stanno sotto al neurilema; le cellule nervee ζ, ζ, ζ stanno frammezzo a questi fasci. Nella figura 84 sono effigiate le stesse apparenze.

Un diligente studio microscopico dimostra che le fibrille vanno a finire nel globulo stesso frammezzo alla materia grannosa che lo riempie. Ne escono o vi entrano?... Vi traggono incremento, o vi vanno a morire?... La figura 80 presenta alcune di queste cellule γ, γ ... da cui deriva un filo σ, σ ... che talvolta giunge a bipartirsi.

Le accemate fibrille che hanno relazione coi globuli si mescolano poi con quelli che percorrono diritti il loro cammino nel ganglio stesso, sicchè le fibre dei nervi hanno duplice origine e i nervi stessi si ponno considerare come nervi misti.

2.° *Ganglio* (1.° *anello*). — Il secondo ganglio nella sua parte posteriore assomiglia agli altri che gli succedono, inviando un pajo di nervi ai muscoli delle parti vicine, e gli esili rami 1, 2, 3, 4 (fig. 75) che figurano nel cranio raggianti dal punto loro d'origine e distribuiti ai muscoli della superficie interna delle squame parietali.

3.° *Ganglio* (1.° *anello*). — Il terzo ganglio offre due paja di nervi *A, A* e *B, B* (fig. 75 e 76). Il pajo anteriore *A, A* si distacca a metà circa de' suoi lati; si porta posteriormente indietro, indi ritornando ancora sul davanti, dà una serie di ramificazioni *a, b, c* (fig. 75). Dal punto *a* vedonsi sporgere alcune piccole diramazioni dirette ai muscoli che avvicinano la divisione, ed alcuni soli passano nel capo. Il pajo posteriore *B, B* (troncato nella figura 75 rappresentante i nervi scorrenti sopra i muscoli, e continuato nella figura 76 che rappresenta i nervi stessi sottoscorrenti ai muscoli, i quali restano superficiali nel disegno del baco spaccato) si porta sotto lo strato muscolare col quale s'incontra subito, e si estende invece allo strato più profondo che è rappresentato da *a, b, c* (fig. 75), colle diramazioni particolari 1, 2, 3, 4 (fig. 76).

4.° *Ganglio* (2.° *anello*). — Questo ganglio dà il pajo anteriore *A* (fig. 75), che si porta ai lati, scorre sopra il muscolo laterale superficiale, oltrepassando il tronco principale longitudinale della trachea. Appena abbandonato il margine del muscolo ora nominato, *A* si divide in due rami. Di questi il ramo anteriore 1 dà i rami 3, 5 e 7 alle parti anteriori dei muscoli più esterni, mentre il ramo

posteriore 2 dà i rami 4, 6 e 8 alle corrispondenti parti posteriori. Allorchè esso passa sopra il fascio muscolare presenta una comunicazione col ramo corrispondente respiratorio.

Il ramo posteriore *B, B* (fig. 75-76) di questo ganglio esce assai indietro e si porta posteriormente per qualche tratto, dopo di che curvandosi leggermente nel portarsi all'interno, si diffonde anche nelle regioni anteriori del secondo anello. Dapprima esso dà un ramoscello *a* (fig. 76) che si approfonda nei muscoli della zampa mediana e li anima, donde prosegue all'esterno e si divide nei due rami 1 e 2, di cui l'anteriore 1 dà le suddivisioni 3, 5 e 7, e il posteriore 2 dà il ramoscello 4 che si parte verso la 3.^a divisione.

5.^o *Ganglio* (3.^o *anello*). — Le diramazioni del quinto ganglio somigliano perfettamente a quelle del quarto, essendo eguali gli elementi muscolari e le parti in genere che compongono quest'anello, come eguale è la comunicazione *c* (fig. 75) col nervo respiratorio del pajo *A*, eguale il ramo che va alle zampe vere del 3.^o pajo, eguali le ultime diramazioni che vanno ai muscoli sottocutanei.

6.^o *Ganglio* (4.^o *anello*). — Il ramo anteriore *A* (fig. 75) del sesto ganglio si parte direttamente all'esterno scorrendo sul muscolo *A*, durante il qual tragitto dà la comunicazione *c* alla corrispondente branca del nervo respiratorio. Dopo essere scorso sopra *A*, passa sotto al muscolo vicino ove si divide nelle due ramificazioni principali 1 e 2, di cui l'anteriore 1 si porta verso la 2.^a stigma, e fornisce i filamenti, 3 e 5 ai muscoli di quella regione, mentre il ramo posteriore 2, più voluminoso, si reca verso la parte posteriore dell'anello, si approfonda, e dà i nervi 4, 6, 8 e 10 ai muscoli della parte profonda.

Il ramo posteriore *B, B* (fig. 76) si approfonda subito sotto i muscoli superficiali, e dà il ramo 1 che si porta nei muscoli di quella regione descrivendo una curva, dopo di che nel diffondersi ai muscoli profondi della parte dorsale dell'insetto dà i rami 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9.

7.^o *Ganglio* (5.^o *anello*). — Il nervo anteriore *A* (fig. 75) del 7.^o ganglio, sorpassato il solito muscolo, dà il ramo *c* di comunicazione col nervo respiratorio, poi si approfonda, dando luogo a tre ramificazioni. La ramificazione anteriore 1 gira avanti la 3.^a stigma, e si porta verso la divisione 5.^a, suddividendosi nei due rami 9 ed 11. La ramificazione media 3 si diffonde nella regione mediana dell'anello e nei muscoli profondi, dando le due diramazioni 5 e 7, che alla loro volta si suddividono. Finalmente la ramificazione posteriore 2 discende subito in basso e si divide nei due rami 6 e 4, i quali somministrano altri ramoscelli ai muscoletti della 6.^a divisione.

Il ramo posteriore *B, B* si conduce egualmente che l'omologo del 5.^o anello, dando lo stesso numero di ramificazioni, nell'identico modo distribuite.

8.^o, 9.^o, 10.^o e 11.^o *Ganglio* (6.^o, 7.^o, 8.^o e 9.^o *anello*). — Il 6.^o, 7.^o, 8.^o e 9.^o anello assomigliansi tra loro in tutti gli elementi muscolari e nervosi. Le false zampe esistenti in questi quattro anelli portano in tutti una eguale complicazione di muscoli, e per conseguenza una eguale distribuzione di nervi.

Il ramo anteriore *A* (fig. 75) dà in tutti la comunicazione e col nervo respiratorio, poi passa sopra il muscolo *A* e sotto il *B*, ove si divide in due rami, di cui l'anteriore 1 passa avanti alla stigma corrispondente nel sormontare il ramo longitudinale delle trachee, e si divide nei due rami 5 e 3 nella parte superiore ed anteriore d'ogni anello. Il ramo 2 che si diffonde posteriormente alla stigma corrispondente, è molto più grosso, e si divide in tre, e talvolta in quattro ramificazioni principali (6, 4, 8, 10), che somministrano molti fili nervosi ai muscoli della parte posteriore dell'anello.

Nel ramo *A* dell'undecimo ganglio anche il ramo anteriore 1 dà una ramificazione che passa posteriormente alla corrispondente 7.^a stigma, e fornisce esso pure i rami 6 e 4.

Il ramo *B, B* (fig. 75 e 76), partendo da ciascuno dei quattro ganglii, si approfonda subito e dà la diramazione 1, che si porta anteriormente e va ai muscoli della falsa zampa; poi la considerevole ramificazione 3, che si porta posteriormente, oltrepassa la divisione corrispondente e va a mettersi in relazione col ramo *A* del ganglio che lo segue. Dopo di che ogni ramo dà una serie di ramificazioni che si spargono ai muscoli profondi di ogni parte posteriore del rispettivo anello.

12.^o *Ganglio* (10.^o *anello*). — Il pajo *A* (fig. 75) del 12.^o ganglio del 10.^o anello è analogo affatto pel suo decorrere al pajo *A* dell'8.^o, 9.^o, 10.^o e 11.^o ganglio ora descritti. Il suo ramo anteriore 1 passa avanti l'8.^a stigma e vi si disperde; il ramo posteriore si porta invece nelle parti del decimo anello che avvicinano l'undecimo, ed alcune esili sue diramazioni entrano in questa.

Il pajo *B, B*, troncato come al solito nella figura 75, e continuato nella figura 76, si porta subito posteriormente approfondandosi tra i muscoli a' quali dà prima il ramoscello 1 che si riporta in avanti e si disperde; poi il ramoscello 2 che rappresenterebbe la continuazione del tronco principale negli altri anelli, giacchè si disperde nella parte posteriore del 10.^o anello colle diramazioni 4 e 6; ma qui il ramo principale oltrepassa l'11.^a divisione e si porta nell'11.^o anello, fornisce il ramo 3 attorno alla 9.^a stigma ed alle parti circonvicine colle suddivisioni 5, 7 e 9.

Da ciò emerge che il 12.^o ganglio non si limita a fornire l'anello in cui si trova, ma ben anco il susseguente che non è fornito di ganglio alenno; per tal modo questa disposizione prelude a quella del 13.^o ganglio che è ancora più importante; giacchè tutti i suoi nervi vanno alle parti occupate dall'11.^o e dal

12.° anello, oltrepassando senza ramificarsi nè punto nè poco nell'anello 10.°, in cui esso si trova. — I due rami posteriori *B, B* del 12.° ganglio partono assai più posteriormente dal loro ganglio che non i corrispondenti rami *B, B* degli altri: essi strisciano sulla parte anteriore dell'attiguo ganglio 13.°, ciò che a primo aspetto farebbe supporre essere questi rami anteriori, se la loro distribuzione non ci facesse accorti del contrario.

13.° *ed ultimo Ganglio (10.° anello)*. — La direzione e il numero dei nervi che partono da questo ganglio differisce in tutto da quella dei precedenti. Esso non dà nervi che nella sua parte posteriore, in numero di quattro paja, di cui i due paja esterni ed il pajo interno sono piuttosto voluminosi, mentre il pajo medio interno è esile assai. Il principio di tali diramazioni si vede chiaramente nella figura 84, in cui *d, d* rappresentano i due rami più esterni; *e, e* quelli che vengono dopo, un po' minori in volume; indi *f, f* i più esili, ed ultimi *g, g* i mediani. Gli stessi rami vedonsi anche nella figura 85, contrassegnati dalle medesime lettere.

Il pajo esterno *A, A* (fig. 75-76) (*d, d* fig. 84 e 85) oltrepassa l'undecima divisione, e dopo avere percorso indiviso quasi tutto l'11.° anello, presso alla 12.ª divisione si spartisce nei due piccoli rami 2 e 3, il primo dei quali si curva all'esterno e si suddivide nei due ramoscelli 4 e 6; l'anteriore poi, il più esile, fa una lieve curva e si porta verso l'ultima stigma e il ramo 1.

Il pajo *B, B* (fig. 75-76) (*e, e* fig. 84 e 85) che gli succede, decorre quasi parallelo e indiviso per tutto l'11.° anello; giunto all'ultima divisione dà qualche ramoscello, e si porta nei muscoli profondi, somministrando le molte ramificazioni n.° 5 che si disperdono sui fasci muscolari dell'ultimo pajo di zampe membranose. Prima però d'arrivarvi dà i ramoscelli n.° 10 (fig. 76) che retrocedono verso le parti vicine.

Dopo questo ramo, sempre più verso la parte mediana trovasi il pajo più esile *G, G* (fig. 75-76) (*f, f* fig. 84 e 85) che pure si porta all'indietro, non si suddivide e termina subito dopo avere di poco oltrepassata la 12.ª divisione.

Finalmente riscontrasi il pajo interno *D, D* (fig. 75-76) (*g, g*, fig. 84 e 85) più grosso dell'antecedente, che scorre lungo la linea mediana e si ramifica negli esili filamenti 7, 8 e 9, i quali tendono a scorrere pel lungo, dividendosi ad angolo acuto. Il nervo termina poi nei muscoli che vanno all'ano e alle parti vicine.

Precisamente sulla linea mediana fra i rami ora descritti esiste un nervo impari che non esito a riferire al sistema de' nervi respiratorii che ora passo a descrivere.

Nervi respiratorii. — I nervi respiratorii di Newport (*brides épinières* di Lyonet) sono nervicciuoli in piena relazione colla catena de' ganglii ora descritti,

decorrenti con essa, ma che di preferenza si portano alla stigma ed ai muscoli che stanno in immediato rapporto coi medesimi. Questi nervi respiratorii cominciano dopo il 3.° ganglio direttamente nel 1.° anello, e traggono origine o dalla divisione dei tronchi intergangliari, ove essi tronchi si dividono, oppure da un punto del loro decorso, nella loro faccia dorsale, qualora i tronchi stessi non si dividano.

Avuta l'origine sua, il piccolo nervetto impari scorre alquanto verso il ganglio che gli sta posteriormente, ed a poca distanza di questo si partisce in due rami, ad angolo retto. Al punto della loro divisione talvolta si forma una specie di triangolo nervoso che simula un ganglietto triangolare *d* (fig. 77). I nervi respiratorii scorrono quindi sul muscolo *A* (fig. 75) e sotto il muscolo vicino, sul primo dei quali danno l'importante filamento *c* (fig. 75), *f* (fig. 77) d'unione col pajo *A* del ganglio susseguente; donde continuano verso i lati somministrando i leggieri filamenti *g*, *h* (fig. 77) per rendersi presso la stigma corrispondente. Per tal modo, ad eccezione di poche differenze, scorrono i primi nove nervi respiratorii che corrispondono al 2.°, 3.°, 4.°, 5.°, 6.°, 7.°, 8.°, 9.° e 10.° anello.

La figura 77 offre ingrandito d'assai il 6.° nervo respiratorio collocato tra l'8.° ganglio nervoso (*A*) ed il 9.° (*B*). Lo si vede nascere dal punto *c*, costituisce in *d* un triangoletto nervoso, da cui parte trasversalmente il ramo *a* che scorre in *g* ed *h* verso la stigma, somministrando poscia il ramo ricorrente *f*. Dal lato posteriore del triangoletto *d* parte il filamento *e* nella direzione della linea mediana, che va ad attaccarsi al ganglio posteriore.

L'ultimo nervo respiratorio, esilissimo, si comporta diversamente: nasce dal 12.° ganglio, scorre impari lungo la linea mediana, oltrepassa l'undecima divisione, e giunto al terzo anteriore dell'undecimo anello forma il piccolo ganglietto 10, da cui partono due esili filamenti ramificantisi per via; i quali ripiegate poi ad arco, anteriormente concavo, si portano alla 9.^a stigma. La figura 75 offre in *x*, *y* uno di questi filamenti.

Ganglio sopra-esofageo o cervello. — Il primo ganglio con cui comincia tutta la catena nervosa, si distingue dagli altri tutti fin qui descritti per la forma, per la dimensione, per la posizione, e finalmente pei nervi che ne derivano.

1.° *Forma.* — La forma di questo ganglio, affatto particolare, si risolve in due coni *A*, *A* (fig. 82), a base tondeggiante, ad apice acuto, e il cui asse è leggermente curvo; si potrebbero assomigliare a due corpi piriformi che fossero uniti per un punto della loro estremità più grossa. Così uniti costituiscono un corpo che sulla linea mediana offre un restringimento, e che termina, dopo essersi ingrossato ai lati, con due apici.

2.° *Dimensione.* — Il suo massimo diametro è trasversale, e misura 0^m,001. Il diametro antero-posteriore nelle due località ove è maggiore, è di circa 0^m,0004.

3.° *Posizione.* — Esso giace nel capo, e si distingue da tutti gli altri per essere collocato a ridosso dell'esofago, sul quale sta a cavalcione, e che in certo modo abbraccia alquanto verso la parte inferiore-anteriore, mentre colle sue estremità discende un poco a' suoi lati. Questo ganglio, stando frammezzo ai muscoli del capo che lo tengono fermo, è in relazione intima col sistema de' nervi stomato-gastrici o splancnici.

4.° *Nervi che derivano dal ganglio sopra-esofageo.* — Dalle estremità laterali del ganglio sopra-esofageo partono tre grossi paja di nervi *a a*, *c c*, *d d* (fig. 82), appartenenti alla vita di relazione, ed un quarto π, π proprio al sistema nervoso splancnico. Il maggiore di essi *a, a* (*nervo ottico*) è il più esterno, s'inoltra per 0^m,001 verso la parte anteriore del capo, dopo di che, fatto un ginocchio all'esterno al punto *b*, *b* si volge direttamente agli occhi, nella prossimità dei quali, e precisamente al punto *x*, si divide in sei esilissimi rami 1, 2, 3, 4, 5 e 6 che si portano ai cristallini degli occhi.

Internamente sorge il secondo pajo esile *e, e*, il quale continua a portarsi anteriormente, e si diffonde nelle mandibole, dando una diramazione all'esterno che penetra nei palpi.

Finalmente più verso ancora alla linea mediana parte un terzo pajo di nervi *d, d*, che si porta alla filiera ed agli organi di quella regione mediana, somministrando i due rami principali *d'*, *d''*. Gli esili muscoli che movono quest'organo sono forniti di filamenti da questo pajo.

Dal margine anteriore poi del ganglio sopra-esofageo partono alcuni esili filamenti, d'incerto numero e d'incerta lunghezza, che finiscono dopo breve tragitto.

Colletto esofageo. — Dalla parte inferiore del ganglio ora descritto, e verso i suoi lati partono due filamenti *e, e* (fig. 82), che si rivolgono subito all'indietro mentre si approfondano; e sottopassando all'esofago che in tal modo abbracciano, vanno a congiungersi agli angoli laterali anteriori del primo ganglio. La loro lunghezza è di quasi 0^m,002: scorrono egualmente voluminosi, offrendo soltanto un leggiero ingrossamento in un punto alquanto discosto dalla loro origine. Questi filamenti *e, e*, che nella figura 82 appajono più esili e più lunghi che naturalmente nol siano per renderne più agevole l'intelligenza, costituiscono l'unione tra il ganglio sopra-esofageo e tutta la catena che sta sotto l'intestino.

4.° *Ganglio sotto-intestinale.* — Il primo ganglio *B* (fig. 82) della catena sotto-intestinale è di forma particolare: è quadrilatero, ed anteriormente offre un margine concavo, formante lungo la linea mediana una specie di angolo rientrante; posteriormente è tondeggiante. Presenta quindi una forma intermedia a quella del ganglio sopra-esofageo e quella degli altri gangli della catena

sotto-intestinale. Le due propaggini che spiccano dal suo margine anteriore servono di punto d'inserzione ai due fili del colletto esofageo. La figura 83 offre una modificazione di forma di questo ganglio: i due prolungamenti anteriori sono palesemente un residuo della duplice origine dei ganglii nervosi già descritti.

Dal margine anteriore partono pure parecchi filamenti di straordinaria esilità. E primieramente dall'esterno un esilissimo pajo q, q (fig. 82) s'inoltra e si porta verso i palpi; durante il suo tragitto dà talvolta qualche ramoscello ai muscoli vicini. Un secondo pajo r, r si avvanza esso pure verso la filiera, e dà rami all'estremità de' tubi del scritterio. Quindi si trova il pajo più grosso s, s alla linea mediana, e da ultimo un filamento esilissimo impari.

In grossezza questo ganglio uguaglia gli altri della catena sotto-intestinale e misura circa 0^m,0003. La sua lunghezza è maggiore che la sua larghezza; esso giace sulla tavola inferiore della testa, fra le branche dell'entocéfalo.

Veduto colla lente, si presenta chiaramente come l'unione di due parti unite insieme. Il neurilema trasparente lo circonda d'una zona che al mezzo presenta due piccoli ammassi di sostanza bianca.

Il ganglio sotto-intestinale è in relazione stretta coi ganglii del sistema stomato-gastrico che sta nelle vicinanze, e vi tiene comunicazione per mezzo dei rami n, n (fig. 82). Talvolta le sue estremità laterali son leggermente prolungate, sicchè i nervi dell'anello esofageo sembrano un prolungamento di esso ganglio. Questo particolare modo di presentarsi è appositamente rappresentato dalla figura 83.

II. *Sistema nervoso splanenico o stomato-gastrico.* — La scoperta di un doppio sistema nervoso negl'insetti data da Swammerdam e da Lyonet. Questi grandi anatomiei videro che negl'insetti da essi studiati, oltre il sistema sotto-splanenico, composto dalla serie totale di ganglii uniti da nervi ai cordoni, esisteva in vicinanza all'esofago e nel capo un assieme di esili filamenti e di ganglietti, quali pari e quali impari, di cui diedero un'accuratissima descrizione. Tuttavia non attribuirono a quegli organi tutta l'importanza che meritavansi, e per la loro piccolezza restarono inosservati per molto tempo.

Müller pel primo nel 1828 ne fece argomento d'una dissertazione (1), nella quale anche la parte storica vi è trattata con mirabile erudizione. Prima di lui Treviranus (2) avea fatto conoscere quello degli *Julus*, e Succow (3) avea descritto un nervo impari nel gambero, e l'intero sistema nel *Bombyx Pini*.

(1) *Nova Acta Acad. Nat. Curios.* 1828.

(2) *Écrits divers*, parte II, pag. 47.

(3) *Recherches anatomiques et phys. sur les crustacés.* Heidelberg, 1818.

Cuvier (1) lo rinvenne e lo descrisse nei molluschi, e Audouin (2) nella *Litta vesicatoria*.

Dopo l'interessante lavoro di Müller, che trattò veramente degl'insetti, comparve l'anatomia della *Melolontha* di Strauss (3), il quale, oltre il *nervus recurrens*, descrive anche dei ganglietti pari, da lui però considerati quale appendice al ganglio cerebrale.

Poco dopo Milne Edwards (4) offerse la descrizione di questo sistema in molti crostacei, e Brandt (5) ne fa parola ove tratta della meloe e della cantaride, dell'ape, della lumaca, del gambero, dell'epeira e di qualche altro genere.

Lo stesso autore nel 1831 pubblicò (6) ulteriori osservazioni sui nervi stomato-gastrici degl'insetti, e, tra gli altri, anche del bombice del moro; e tranne qualche inesattezza che, secondo il professore De Filippi, vi sarebbe incorsa, la totalità del sistema vi è ben tracciata.

Nel 1832 si ha il lavoro di Newport sulla *Sphinx ligustri*, e un'altra nota di Brandt sui nervi splanchnici della sanguisuga.

Burmeister nel 1833, sotto il nome di sistema nervoso faringeo, riferisce tutto quanto si conosceva in proposito fin allora, estendendosi in minuti dettagli sul sistema del grillo.

Brandt (7) nel 1836 ritorna sull'argomento, descrivendo il sistema stomato-gastrico nei varii ordini di crostacei e degl'insetti con precisione sempre maggiore. Per ciò che riguarda il sistema stesso nel nostro insetto, aggiungerò che dopo Brandt il solo professore De Filippi ne parlò (8). Opina egli non esistere che esilissimi filamenti provenienti dal ganglio frontale, i quali si portano sull'esofago; e dichiara di non aver veduto traccia del nervo ricorrente descritto da Brandt, il qual nervo, a suo parere, altro non sarebbe che un esile ramo tracheale.

Mercè tutti gli accennati scritti avvantaggiò non poco la cognizione del sistema nervoso splanchnico del baco. Esso si può dividere in due porzioni: l'una impari, l'altra pari.

(1) *Mémoires diverses dans les Ann. du Muséum.*

(2) *Annales des Sciences Naturelles*, tom. IX, pag. 39-40.

(3) *Considérations générales sur l'anatomie comparée des animaux articulés*, etc. Paris, 1828.

(4) *Annales des Sciences Naturelles*, tom. XIV.

(5) *Medizin. Zoologie*. Berlin, 1830-33, in 4.°

(6) *Ibid.* 1831.

(7) *Remarques sur les nerfs stomato-gastriques dans les animaux invertébrés*. Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences de S. Pétersbourg, 1836, tomo III.

(8) *Breve riassunto di alcune ricerche anatomico-fisiologiche del baco da seta*, comunicate alla Società delle Scienze Biologiche di Torino nella tornata del 13 luglio 1853.

Porzione impari del sistema nervoso splancnico. — La porzione impari consta di un ganglio frontale *D* (fig. 82), esilissimo, che non ha più di 0^m,0005 di diametro: giace davanti del ganglio cerebrale; la sua forma è triangolare o romboidea. Dalla sua parte anteriore sorge un filamento ramificato ψ, ψ , che si porta al palato ed alla primissima origine dell'esofago.

Posteriormente sorge il filo λ, μ, ζ , più visibile, lungo la linea mediana, il quale scorre direttamente verso il ganglio sopra-esofageo, lo oltrepassa e si stende sopra la linea mediana dello stomaco, somministrando le diramazionelle $\sigma, \sigma, \sigma, \sigma$, che penetrano nella parete del medesimo. Non mi fu dato seguirlo molto lungi, ma è probabile che si prolunghi oltre il punto ζ . In μ l'ho spostato dalla linea sua normale mediana per non recar confusione nella figura.

Porzione pari del sistema nervoso splancnico. — Questa porzione consta:

1.° dei due nervi π, π (fig. 82), che partono dai lati del ganglio frontale e dirigendosi posteriormente, vanno ad attaccarsi al ganglio sopra-esofageo nel suo margine superiore anteriore;

2.° dei due filamenti *p p, o o*, che dal margine posteriore del primo ganglio scorrendo lungo i lati dell'esofago si portano indietro e vanno a metter capo ai primi gangli *E, E* del sistema splancnico;

3.° dei due gangli *E, E*, di forma ora rotondata e fusiforme, ora triangolare, disposti come una piccola lamella di materia nervosa e collocati verticalmente per modo da rasentare l'esofago con una delle facce. Perchè se ne veda meglio la forma, di fianco alla fig. 82 vedesi rappresentato a parte uno de' gangli qui descritti.

Dai medesimi partono i due nervi *p p, o o* già sopra indicati, che loro arrivano dal ganglio sopra-esofageo, poi due troncolini nervosi che vanno all'esofago nella sua parte laterale e inferiore, indi i rami *n, n*, che vanno al primo ganglio sotto-esofageo *B*; da ultimo, i filamenti *m, m*, che uniscono i gangli *E, E* ai gangli *F, F*, tondeggianti, opachi assai e facili a vedersi, da cui partono:

1.° i nervi *i, i*, che vanno ai lati ed anteriormente, e finiscono nei muscoli vicini;

2.° i rami *h, h*, che si portano alla ghiandola salivale corrispondente;

3.° finalmente i rami *g, g*, variabili in numero, che tutti si portano sull'esofago e si diffondono in esso.

I nervi sopradescritti che partono da questi gangli forniscono parecchi muscoli che vanno al ventricolo e servono al moto dei visceri.

Tutto il sistema nervoso splancnico è d'una esilità veramente straordinaria, nè sempre può essere soddisfatta la curiosità dello studioso che desidera prenderlo in esame.

Ritengo per altro che, oltre i ganglii sopra indicati, e i principali filamenti, non ve ne siano altri, la cui presenza sia costante ed invariabile. Il numero dei filamenti varia, e l'uno supplisce alla mancanza dell'altro.

In quanto finalmente alle dimensioni delle diverse parti, perchè il lettore non sia tratto in errore, gioverà avvertire che la figura 82, la quale rappresenta l'intero sistema, è proporzionale e presenta un ingrandimento di 24 volte.

ARTICOLO V.

Sistema circolatorio.

(Tav. VIII.)

Forma e rapporti del canale pulsante. — Il sistema circolatorio è assai semplice nella larva del bombice del gelso come lo è generalmente nelle larve di tutti gl'insetti. Da taluni si vorrebbe porre in dubbio il vero ufficio fino ad ora attribuito al vaso principale che formerebbe il centro del sistema circolatorio; e nel canale pulsante, come si dirà in seguito, si vedrebbe di preferenza un canale escretore di particolari ghiandole, e non già un organo destinato a regolare la imperfetta circolazione degl'insetti. Il canale pulsante consiste in un tubo che scorre lungo la parte dorsale del corpo del baco, chiuso posteriormente, ed aperto anteriormente. Le iniezioni comprovano questa disposizione; la materia iniettata per l'apertura anteriore si spande in tutto il corpo frammezzo alle lacune che lasciano gli organi fra di loro.

Il canale pulsante (fig. 100) incomincia nell'undecimo anello posteriormente alla 9.^a stigma. Il suo principio *B* è ampolliforme nella parte espansa verso la divisione 12.^a Da questa si prolunga anteriormente, facendosi ristretto, fino nel capo ove ha fine. In tutto il suo decorso è cilindrico, tranne che nella parte posteriore di ciascun anello offre un leggero rigonfiamento che ripete in piccolo il primo bulbo del 12.^o anello.

Il canale pulsante è collocato subito al di sotto della pelle, sicchè il liquido contenuto ne traspare, come traspaiono i movimenti che esso eseguisce. V'ha una certa difficoltà nel metterlo a nudo, cioè nel levargli la cute che lo riveste senza punto ferire la sua parete dorsale.

Non esistono valvole nell'interno. — A differenza del canale pulsante di altri insetti, quello del baco non offre tramezze, o, come diconsi, valvole interne di sorta: questo punto di degradazione del centro circolatorio è degno di rimarco.

Pareti del canale pulsante. — Le pareti del vaso pulsante constano d'una semplice membrana assai esile, che al microscopio mostrasi fibrosa per le duplicature che essa membrana fa allorchè non è tesa dal sangue, e più ancora per le fibre muscolari che adagiansi sulle pareti stesse.

Il bulbo è in relazione col cieco, sul quale pure s'adagia. Oltre l'apertura anteriore sopra indicata, non mi fu dato di riscontrarne alcun'altra nelle pareti che costituiscono il canale pulsante; il che mi è d'argomento onde rigettare l'opinione di coloro che vorrebbero questo tubo un ricettacolo d'una secrezione particolare, a meno che questa vi penetrasse per endosmosi, come avviene della parte liquida del sangue.

Mezzi con cui è tenuto in posto il canale pulsante. — Il canale pulsante del baco è tenuto in sito mediante fibre muscolari disposte in un modo particolare, non offrendo queste le così dette ali muscolari così perfette e regolari quali si riscontrano in molte altre larve, e quali furono con tanta maestria delineate da Lyonet. Le fibre muscolari esistenti simulano bensì la forma di ali, ma presentansi a fascetti assai rari, de' quali tutt'al più se ne veggono tre o quattro per ciascuna di queste ali, che si direbbero quindi appena sbazzate. La denominazione di *ala* viene dal modo di comportarsi dei muscoletti, che partono dal canale pulsante a fasci, i quali si radunano lateralmente in un dato punto per ogni anello, e formano una specie di triangolo, la cui base, costituita dai punti di partenza, è lungo il canale stesso, ed il vertice, che costituisce il punto di riunione dei fasci d'ogni singola ala, trovasi ai lati in corrispondenza della divisione degli anelli. Il numero delle ali è di 10, cominciando dalla divisione che precede il secondo paio di stigme, e terminando a quella che tien dietro all'ultimo paio. Questa disposizione, che vedesi nella figura 100, si ripete da ambo i lati del canale pulsante. I punti ove concorrono i fascetti muscolari sono equidistanti ad ambo i lati e corrispondono ad una linea che passa su per le stigme. La prima di quest'ali è piccola assai, la seconda un po' maggiore, le altre otto hanno press' a poco l'uguale sviluppo. Le ultime tre (8, 9, 10) sono disposte per modo che le basi si sovrappongono; nella 9.^a riscontransi quattro fascetti muscolari (*m, m', m'', m'''*).

In ogni ala i fasci muscolari, anzichè contigui, come nel *Cossus ligniperda* ed in altre larve, nel baco sono distanti, specialmente in corrispondenza della base dell'ala. Riunendosi quelli d'ogn'ala alla divisione del corrispondente anello, passano sopra i fasci di trachee che, partite dalle stigme, si gettano sul canale alimentare. Tra le ali muscolari e la muscolatura della regione dorsale non passano che dei lobi di tessuto cellulare, e sulla 6.^a stanno adagiati gli organi genitali *T, T'* (fig. 100) corrispondenti a quella regione. Tra le rare fibre che

entrano in ogni ala riscontransi altri filamenti d'una speciale natura e di controverta interpretazione, assai più numerosi che le fibre ora indicate, di colore giallognolo, ramificati. Da taluni furono dessi ritenuti quali particolari muscoli dotati di una cavità nell'interno. Il professore De Filippi fu il primo tra noi che parlasse di questi *muscoli cavi*, com'ei li chiama, nelle cui cavità il distinto anatomico avrebbe veduto generarsi durante l'ultimo stadio della larva « delle cellule nucleate, che poscia nella farfalla si sviluppano maggiormente e restano a guisa di lobi aderenti alle fibre che si sono ristrette ed hanno perduta la loro cavità. »

Io non mi so ancora risolvere ad ammettere una tale opinione intorno agli accennati filamenti. L'aspetto loro nel baco, appena dopo il quarto assopimento è palesemente glandulare, e io sono propenso a ritenerli quali gliandole, avvicinandomi in ciò all'opinione del dottor Angelo Maestri, opinione per me di molto valore perchè basata su lunghi e pregevoli studii intorno al baco, di cui s'attende con molta ansietà la completa pubblicazione. — La figura 101 presenta ingranditi questi organi problematici *a, a, a*; in essi distinguesi una parete ed un contenuto granulare. Si vede altresì la loro disposizione reticolare ed il terminare di molti a fondo cieco in modo di formare i lobi *a', a'*. Frammezzo scorrono le vere fibre muscolari rigate *b, b*.

Secondo il professore De Filippi, un po' d'acido nitrico diluito renderebbe più visibili le striature delle pareti di questo muscolo cavo; con questo mezzo apparvero infatti anche al mio occhio alcune striature lungo questi filamenti, ma non sufficienti per giudicare con certezza della loro vera natura muscolare.

Del sangue del baco. — Il sangue del baco è un liquido limpido, trasparente, talvolta di colore giallognolo, talvolta anche incolore, secondo le varietà cui il baco appartiene. La sua densità è alla densità dell'acqua come è a quella di questo liquido la densità dello spirito di vino di 36 gradi di Beaumé. Si abbiano due tubi di vetro alti due decimetri circa, di cui l'uno sia pieno d'acqua, l'altro di alcool: se in questo liquido si fa cadere una goccia d'acqua, in quello una goccia di sangue del baco, le due gocce arrivano al fondo del vaso nel medesimo tempo.

Esaminato al microscopio, esso si presenta composto degli elementi del sangue di tutti gl'insetti; ciò che sorprende maggiormente è la svariata grandezza de' suoi globuli; mentre i globuli del sangue degli invertebrati sono tutti egualmente voluminosi. È appunto questa ineguaglianza che dà qualche luce sulla genesi loro. Gli elementi di cui si compone il sangue del baco, oltre il liquido indicato, sono quattro: 1.º globuli rotondi; 2.º globuli echinati; 3.º globuli oleosi; 4.º granuli oscillanti.

1.° *Globuli rotondi*. — Sono essi corpicciuoli quali sferici, quali un po' ellittici (*a', a'*, fig. 102), contenenti nel loro interno due o tre nuclei che pajono impegnati nella tessitura fibrinosa che compone tutto quanto il globulo. I globuli di questa prima specie sono d'un'esistenza affatto effimera appena che il sangue sia estratto dal corpo dell'insetto, e passano subito alla seconda specie che talvolta esiste contemporaneamente alla prima, avanti che le mutazioni siansi operate in tutti.

2.° *Globuli echinati*. — I globuli echinati *a, a* (fig. 102) hanno un aspetto tutto loro particolare, per cui si riconoscono facilmente. Presentansi sotto la forma di piccoli corpicciuoli per lo più rotondi (1), di varia grandezza, composti d'una sostanza tenue, semitrasparente, analoga a fibrina debolmente riunita, varianti nei margini formanti il loro contorno, e, ciò che è più singolare, coperti di leggere asprezze. Essi non offrono un nucleo particolare, proprio; ma bensì nel loro interno alcuni nuclei o granuli sferici di varia dimensione, collocati diversamente nella trama fibrinosa che forma il globulo echinato. Questi granuli sono impegnati nella sostanza del globulo sanguigno, nel quale trovansi inegualmente collocati; e colla diversa posizione che assumono relativamente all'occhio dell'osservatore, palesano la rotazione che fa il globulo stesso quando lo si obbliga a muoversi. Gli accennati granuli sono d'una densità maggiore che non la sostanza di cui è formato il globulo sanguigno, riflettono maggiormente la luce e rimangono inalterati anche quando la trama fibrinosa del globulo echinato si dirada e si diseioglie. Allora però essi ponno confluire e riunirsi parecchi insieme, costituendosene di due o tre uno solo più voluminoso. Da questo fatto si potrebbe arguire che i granuli sono composti d'una sostanza quasi liquida, capace di saldarsi insieme, come appunto si ottiene mediante la compressione. Talvolta essi nuclei o granuli si riscontrano isolati (*c' c'*, fig. 102).

È ovvio che i globuli echinati così descritti hanno raggiunto il loro massimo grado di perfezione. Allora, secondo il Vittadini (ed io pure più volte osservai questo fatto), le punte dei globuli si staccano dalla loro superficie e così isolate formano nuovi globuli che già contengono granuli che in breve si coprono alla lor volta di punte, divenendo per tal modo identici al globulo generatore. Secondo Guerin-Ménéville sarebbero i granuli che uscendo dal globulo in cui stanno, s'involgerebbero d'una membrana trasparente e costituirebbero il centro di altri globuli. Checchè ne sia, il fatto più interessante in riguardo al baco sano ed agl'insetti in generale, si è la genesi dei globuli sanguigni procedenti

(1) La sfericità non è un carattere assoluto dei globuli echinati. Ponno essere anche un poco ellittici, od avere dei contorni ondulati.

gli uni dagli altri, genesi che non si vede o non si può sorprendere negli animali vertebrati, e che spiega l'aspetto differente dei globuli stessi, i quali altro non sono che stadii diversi della loro vita.

Spoglio delle sue punte, il globulo adulto si riduce all'aspetto cellulare, e dopo scomparire esso pure.

3.^o *Globuli oleosi*. — Oltre i globuli sanguigni echinati si veggono nel sangue del baco dei globuli più oscuri *b, b* (fig. 102), omogenei nella loro massa e nel loro contorno, i quali, dalla rifrazione che offrono, si chiariscono per globuli oleosi. I loro margini sono più netti e spiccano sul fondo chiaro del microscopio; sono provveduti d'una membrana, e la materia oleosa nell'interno ora vi è raccolta in una sola gocciola, ora in due o in tre. Da questo diverso numero delle gocce interne dipende la forma dei globuli oleosi.

4.^o *Granuli o corpuscoli oscillanti*. — I due elementi ora indicati non sono i soli che trovansi nel sangue del baco. Oltre di essi si rinvencono delle esilissime granulazioni *c, c* (fig. 101), che sorprendono per il movimento vibratorio o browniano di cui sono dotate. La loro forma talvolta è sferica, ma più spesso oblunga, come di piccoli cilindretti che terminano a punte acute. Anzi io sarei per credere che i pretesi corpuscoli rotondi altro non siano che i cilindretti veduti per la base. Sono essi pellucidi, omogenei di struttura ed in continua oscillazione, quantunque a produrre siffatto movimento non posseggano nè ciglia vibratili nè alenna coda.

Nel baco sano e vigoroso i corpuscoli vibranti sono pochi in numero, ed io li ritengo accidentali. Essi costituiscono una forma regrediente dei tessuti, ed è per ciò che veggonsi crescere e farsi abbondantissimi nei bachi deboli per fame o malattia, oppure nelle farfalle che s'avvicinano al fine della loro vita.

Questa metamorfosi regrediente è devoluta ai vasi malpighiani che anche nel baco sono ricchi di corpuscoli analoghi a quelli ora notati nel sangue, corpuscoli che vengono espulsi insieme colle fecce. Dissecati, assumono l'aspetto d'una polvere bianca: se questa viene umettata, sia con acqua pura, sia con acqua fortemente alcalina, torna, direi quasi, a rivivere; i suoi corpuscoli, cioè, rimettonsi a vibrare come prima.

Allorchè si tratterà della farfalla vedremo come i lobuli adiposi, i tessuti di molti visceri, i muscoli, il tenue, e specialmente la gran vescica del cieco, ne siano ripieni. Il liquido bruno che la farfalla emette a più riprese dall'ano, formasi in parte d'una sostanza pesante, d'aspetto terreo, composta interamente di questi corpuscoli oscillanti.

Altrove indicherò come il sangue del baco sano sia acidulo. Un'esperienza chimica da me immaginata parmi risolvere in questo senso la questione ed

essere l'offerta soluzione assai più attendibile che le prove fatte colle carte esploratorie.

Lo stato di sanità o di malattia nel baco, non che le varie epoche della sua vita, influiscono a modificare questo carattere chimico del sangue. Così nella farfalla sana è quasi neutro ed anche alcalino, mentre nella crisalide sta in un di mezzo tra quello della larva e quello della farfalla. L'acidità del sangue in rapporto alle varie età della larva si trova essere maggiore quanto più questa è giovane. Secondo il Vittadini, il contenuto delle uova feconde è acido sensibilmente. L'acidità del sangue nella larva è sempre debole, e appena appena durante la quinta età altera le tinture vegetabili. Anche Guerin-Ménéville opina in questo senso.

Nel *giallume* e nella malattia conosciuta volgarmente sotto il nome di *gattine* il sangue si mantiene acidetto; nel *negrone* invece si fa alcalino, ond'è che il baco vi va assai soggetto quando è prossimo a filare il bozzolo, nella quale epoca il suo sangue si fa normalmente meno acido.

ARTICOLO VI.

Sistema secretore.

(Tav. IV, V e X.)

Parecchi sono gli organi secretori nel corpo del baco, organi destinati alla formazione dei liquidi che hanno diverso uso nell'organismo del prezioso insetto. Di uno di essi ho già tenuto parola; intendo dire delle così dette *ghiandole salivari*, che facendo parte dell'apparato digerente e servendo appunto alla funzione della digestione, furono da me descritte unitamente a quel sistema. Il liquido loro è fra quelli cui si può appropriatamente attribuire il nome di *secrezione* nel significato che gli è attribuito dai fisiologi. Gli altri organi secretori del corpo del baco danno origine ad umori di diversa natura e di diverso ufficio. Tra i varii apparati troviamo quello destinato a secernere la seta, con cui vien costruito il bozzolo, e i vasi malpighiani o renali che producono un liquido (vera escrezione) destinato ad essere espulso dal corpo del baco.

Degli organi della seta. — Gli organi della seta sono più che mai sviluppati nel corpo del baco del gelso. Nessun altro insetto finora conosciuto ha organi serigeni così perfetti e di tanta capacità. Le saturnie, di cui ora si tenta l'introduzione in Europa, ne sono meno provvedute, come ne ponno far fede gli organi della *Saturnia Cinthia*. L'apparato del scritterio nel baco consiste in due lunghi

tubi collocati nella parte inferiore del corpo tra l'intestino e il sistema nervoso. Il loro sviluppo varia assai secondo l'età della larva in cui si osservano: già si possono riscontrare nelle prime epoche della sua vita; il massimo grado di sviluppo però ha luogo nell'età in cui il baco si prepara a tessere il bozzolo. La forma di questi organi è data dalla figura 152 (1). Ai tubi della seta vanno moltissime trachee dalle stigme con cui si trovano in rapporto, e che servono a tenerle in posto ed a fornire loro la gran copia d'aria di cui abbisognano.

Le membrane di cui constano le loro pareti si mostrano in origine cellulari; questa struttura svanisce di poi a poco a poco; dapprima nella parte espansa dei tubi, e dopo nella parte esile posteriore. Nell'esterno si formano delle piastre poligone che si faranno conoscere colle volute particolarità nell'Appendice a questo Capo (pag. 160), ove la descrizione torna più acconcia trattandosi della seta, quindi della composizione e delle proprietà del filo serico.

La porzione esile posteriore $\lambda \mu \nu \pi$, $\lambda' \mu' \nu' \pi'$ (fig. 152) che io credo secretrice della parte densa della seta, termina a fondo cieco π , π' . Il serbatoio espanso $\Delta \gamma \varepsilon \lambda$, $\Delta' \gamma' \varepsilon' \lambda'$, oltre a contenere la materia sericea fino al momento voluto, è destinato a lasciarsi attraversare per endosmosi dai liquidi più tenui che debbono allungare la seta e compartirle la necessaria densità. Già nelle prime epoche della vita del baco si veggono questi organi filiformi ed assai meno attorcigliati.

All'estremità anteriore dei tubi della seta, ove questi si fondono in uno solo nella trafilata, esistono due ghiandolette y , y' che trovai per la prima volta accennate dal professore De Filippi (2), e che io chiamerò *appendici ghiandolari del seritterio*, le quali sono destinate ad involgere, col liquido da esse secreto, il filo che per tal modo acquista le proprietà che gli son necessarie per abbandonare il corpo del baco.

Dei vasi renali o malpighiani. — I vasi malpighiani (detti anche renali, od

(1) Spaccando un baco maturo pel dorso non si vedono che le porzioni posteriori di quell'apparato che sono più laterali e si fanno anche superiori circondando la corrispondente parte del tubo intestinale. Le porzioni anteriori e medie invece dell'apparato stanno sotto l'intestino che bisogna levare per poterle vedere. L'apparato del seritterio consta di cinque parti distinte, cioè: $\pi \nu \mu \lambda$, $\pi' \nu' \mu' \lambda'$ (fig. 152) la porzione secernente la seta; — $\lambda \varepsilon \gamma \Delta$, $\lambda' \varepsilon' \gamma' \Delta'$ il serbatoio; — $\Delta \beta$, $\Delta' \beta'$ il condotto escretore; — a , il condotto unico che penetra nella filiera e che risulta dalla fusione dei due condotti escretori; — da ultimo, y , y' , due ghiandolette che vi versano un loro umore particolare che investe il filo prima d'uscire.

La figura 53 (Tav. IV), in cui si vede uno spaccato verticale longitudinale del baco, mostra quest'apparato posto sotto il tubo digerente.

(2) *Breve riassunto di alcune ricerche anatomico-fisiologiche sul baco da seta.* Comunicato alla Società Biologica, luglio 1853.

uriniferi), altre volte ritenuti epatici e biliari, sono costituiti da sei lunghi tubi *S, S* (fig. 51 e 52) che nascono nell'estrema parte posteriore del corpo del baco. Essi circondano con infiniti giri il retto ampolliforme, formando su di esso una rete che lo nasconde.

In queste circonvoluzioni si portano un poco anteriormente, descrivendo delle curve assai sentite (fig. 70) che si fanno in seguito più dolci (fig. 72), finchè i tubi giunti nel nono anello, tre per parte, si separano per modo che due per lato (quindi quattro) si portano sulla faccia dorsale dell'intestino (fig. 51), e l'altro paio invece, strisciando sempre inferiormente, scorre sulla superficie inferiore o ventrale dell'intestino stesso (fig. 52).

Paja superiori. — I vasi renali superiori si distinguono in due esterni *O, O'* (fig. 51) e due interni *Q, Q'*. Gli esterni si portano fino alla 6.^a divisione in *M, M'*, mentre gl'interni restano indietro, oltrepassando di poco la metà del 6.^o anello in *N, N'*. Colà arrivati, entrambi ripiegansi all'indietro, facendo ansa verso la linea mediana, e scorrendo lungo e vicino al proprio tronco che prima si portava avanti. Così retrogradando arrivano alla fine dello stomaco nel nono anello, ove portatisi all'esterno, e girando attorno al tenue, vanno ad occupare i lati; qui si avvicinano e si riuniscono in un sol tronco *R* (fig. 52), *r* (fig. 56).

Paja inferiore. — Il paio inferiore, fatto il primo decorso dall'indicata origine, si stende sulla superficie inferiore dello stomaco, e si porta tanto avanti quanto il paio interno superiore, arrivando in *m, m'* (fig. 52), dal qual punto ridiscende esso pure, e giunto parimenti al tenue, si porta lateralmente e un po' in alto per unirsi per ciascun lato in *W* (fig. 52), o in *a* (fig. 56) coll'altro tronco già prodotto dall'unione dei due paja superiori. Formatosi per tal modo un unico vaso, ha origine un sol canale che dopo breve decorso si approfonda fra le pareti del retto e si apre nell'interno di esso. La figura 56 presenta l'intestino da un lato (destra) e mostra pure la fusione di questi vasi; *c, d* sono i due tubi superiori che si fondono dopo breve tratto in un unico vaso, il quale riceve il tubo *b* proveniente dal disotto, e dà origine all'unico tubo *a* che sbocca nell'intestino dopo il cingolo *E, F*.

Modo di decorrere dei vasi renali. — Ciò che più sorprende nel gettare lo sguardo sopra i vasi renali è il loro andamento serpentino, che è più manifesto, come già dissi, e più forte nel principio del suo decorso, ove le anse sono vicine ed alterne. I loro margini sono quindi costituiti di tante linee semicircolari (fig. 71) che si alternano con quelle del lato opposto; ciò si osserva principalmente in tutto il tratto dei vasi renali che circondano il retto. In seguito le anse si spiegano e diventano semplici ondulazioni, regolari assai, che vanno

pure scomparendo a poco a poco. Sono tuttavia ancora ben marcate pel tratto di questi tubi che scorre sullo stomaco per portarsi anteriormente. È soltanto dopo che i vasi renali si sono riflessi posteriormente che le ondulazioni appajono assai dolci e rare, finchè il tubo si fa quasi dritto, e con lievi deviazioni va a terminare nella località indicata. Le trachee scorrono fra tutti questi andirivieni (fig. 71) ed ajutano a tenere in posto i meandri che i tubi vi fanno col portarsi alle concavità delle loro curve, che tengono avvicinate.

Struttura delle pareti dei vasi renali. — Osservati ad un forte ingrandimento (da 700 a 750 volte) i vasi malpighiani si presentano formati di due membrane: l'una esterna cellulare, l'altra interna ghiandolare a follicoli frequenti, ellittici, disposti quasi tutti pel lungo, in seno ai quali si scerne il liquido che riempie i tubi stessi. La membrana ghiandolare è assai grossa: essendo poi il suo spessore tutto uniforme, il canale che scorre nel mezzo, e che in ragione dello spessore delle pareti ha di necessità un piccolo lume in confronto della grossezza del tubo, presenta le inflessioni della superficie esterna del medesimo. La figura 72 offre una località in cui spesseggiano i follicoli *C, C* secretori del liquido urinoso; ove i tubi sono già fusi, i follicoli sono più rari (fig. 74). Immaginandosi una sezione longitudinale di questi tubi, e figurandone l'apparenza, si ha la figura 70, in cui si vede lo spessore della parete follicolare che costituisce una membrana continua.

Secrezione dei vasi renali. — Urina. — Il liquido secreto dai tubi malpighiani è oltremodo singolare: veduto al microscopio non mostrasi semplice, ma composto d'una parte fluida trasparentissima, la quale tiene in sospensione dei corpicciuoli esilissimi, di forma cilindrica, brevissimi, le cui estremità sono tondeggianti (fig. 73, B). I loro lati sono veramente paralleli, sicchè questi corpicciuoli *a, a* (fig. 73 A), anzichè ellittici, si presentano cilindrici; essi sono dotati di un forte movimento vibratorio, del vero movimento browniano; non hanno moto di traslazione, ma solo oscillatorio quasi sopra il loro centro; sono abundantissimi e fanno denso il liquido de' tubi malpighiani, che sotto il microscopio vedesi essere assai stipato nell'interno del tubo; allora appare gialliccio anche ad occhio nudo, e col compressore lo si fa uscire concreto, conservando per poco tempo la forma del canale donde uscì. Questo stato di densità però varia secondo l'epoca della digestione, ec.; in alcuni momenti è meno denso, e sotto il microscopio il liquido si spande, come appunto è rappresentato in *B* (fig. 72).

Diluendo le materie contenute nel retto si ponno trovare ancora i corpuscoli vibranti dell'urina, i quali in un'opera francese accreditata furono già descritti e figurati come gli spermatozoi del baco.

È in questo liquido del baco da seta che Brugnattelli (1) trovò l'acido urico, contribuendo con ciò a far ritenere come uriniferi i vasi che lo producono, e non biliari, come fino allora s'era opinato. Per altro il punto nel quale questi tubi si versano nell'intestino doveva già far sospettare che il liquido in essi contenuto fosse soltanto escretorio, nè punto servisse, come la bile, alla digestione e alla respirazione. D'altronde il loro grande sviluppo anche nella farfalla che non prende cibo di sorta, è un altro argomento contrario alla credenza che possano essere biliari i vasi malpighiani.

Del tessuto cellulare o adiposo. — Il tessuto cellulare, detto comunemente tessuto adiposo, consta di una moltitudine di lobi, bianchi all'aspetto ed opachi, i quali si frammettono ed involgono tutti quanti gli organi. La forma di questi lobi *A, B, C* (fig. 62) è varia, ma per lo più allungata, ovoidale o piriforme; essi compongonsi d'una membrana esterna *e, e, e*, anista ed esilissima, trasparente assai, la quale costituisce il sacco entro cui stanno le cellule o i globuli che formano il tessuto. Questi globuli *d, d, d* sono rotondi e stanno quasi sempre aggruppati attorno ad un ramo tracheale *b, b*, che penetra nel lobulo, ramo che nella larva non è molto distinto in causa del modo stipato con cui gli stanno addossati i globuli, ciò che non accade nell'insetto perfetto. Secondo il professore De Filippi (2), la membrana anista sarebbe una produzione della membrana esterna delle trachee, ciò ch'egli avrebbe desunto più per analogia delle osservazioni fatte sulla *Liparis dispar* e sulla *Sphynx nereis*, che da quanto vide nel baco. Io non potei convincermi di questo fatto, nè potei vedere chiaramente la continuazione della membrana del lobulo adiposo passare sulla trachea ove questa s'immerge in quello. Tuttavia mancando di membrana esterna la trachea immersa nel lobulo adiposo, rende probabile l'opinione del dotto naturalista.

La massa di tessuto adiposo nella larva è molto voluminosa. Se si potessero levare tutti gli organi lasciando intatto il tessuto cellulare o adiposo, esso presenterebbe quasi la forma intera della larva, tanto le sue parti ne sono ravvolte. Un grosso strato sta sotto i muscoli cutanei, il quale forma un involuppo generale di tutti gli organi più profondi; numerose procedenze di questo strato s'internano fino ai visceri. Le cellule del tessuto adiposo sono diversamente riunite fra loro, secondo ch'esso fornisce maggiori o minori elementi alla costituzione de' varii organi.

Ghiandola esofagea (fig. 68). — Sotto l'esofago, in vicinanza al punto in cui questa parte del tubo digerente s'inserisce sullo stomaco, giace trasversalmente un

(1) *Giornale di chimica*, 1816. Pavia. Vedi anche Meekel's *Deutsch Archiv.*; II, 1816, p. 629; e IV, 1818, p. 216.

(2) *Alcune osservazioni anatomiche e fisiologiche sugli insetti*, ec., 1850.

ammasso ghiandolare *M, M, M* (fig. 52), che come nastro lo attraversa. Quest'ammasso di ghiandole vedute al microscopio si presenta sotto l'aspetto di follicoli ovali aggruppati *e, e* (fig. 68), ripieni di cellule nucleate *b, b*, cellule allungate e disposte nel senso del follicolo. La membrana *a, a* del follicolo ha uno spessore considerevole. Il contenuto delle cellule è granuloso.

In questo conglomerato di ghiandole mettono capo le ghiandole salivali, o per meglio dire, s'approfonda l'estremità terminale delle medesime (fig. 52).

L'ufficio di queste ghiandole mi è ignoto: sospetto tuttavia ch'esse versino nell'esofago qualche fluido particolare. Un fatto sorprendente, segnalato per la prima volta dal professore De Filippi, è che le medesime durano, dopo essersi modificate, anche nell'insetto perfetto.

Agli organi secretori fin qui accennati devesi aggiungerne alcuni altri che trovansi in prossimità dell'atrio delle stigme e delle più copiose diramazioni tracheali, consistenti in vescicoline unite fra loro e in relazione colle parti sottocutanee del baco. Faccio qui menzione di questi organi perchè io li ritengo di natura ghiandolare, non già spettanti al sistema respiratorio. Schroeder van der Kolk, Sprengel ed altri inclinerebbero a considerarli come polmoni, confluendo in essi molte trachee. De Filippi (1853) opina pure ch'essi siano di natura ghiandolare.

ARTICOLO VII.

Sistema muscolare.

(Tav. VIII.)

Il sistema muscolare è nel baco da seta, come negli altri insetti, incaricato de' movimenti: in lui dunque quegli elementi anatomici, che in tutta la serie degli animali sono depositarii della forza motrice; in lui quella disposizione che agevola l'applicazione della forza. Il sistema muscolare della nostra larva è per la massima parte collocato sotto la cute, alla cui superficie interna i numerosi muscoletti, di cui consta, s'attaccano come ad altrettanti punti d'appoggio, operando le loro contrazioni. Per questa sua posizione il sistema muscolare degl'insetti differisce da quello de' vertebrati, nei quali lo si vede a ridosso dello scheletro, i cui pezzi rigidi sostiene e move come agendo su bracci di leva.

Il sistema de' muscoli si presenta sotto l'aspetto d'altréttanti fasci sovrapposti e stesi in varii piani, fra la cute e gli organi interni della nutrizione e delle secrezioni.

Le fibre muscolari sottocutanee, che costituiscono la principal parte del sistema motore, non sono le sole che si trovano nel corpo del baco; e già ebbi

occasione di nominarne parecchie ora stese come filamenti, ora dilatate in istrati e giacenti nelle pareti degli organi cavi, a' cui movimenti presiedono. La presenza di quest'ultima serie di muscoli fa sì che anche nel baco il sistema motore possa dividersi in quello soggetto alla volontà (sotto-cutaneo), non che in quello che vi si sottrae (viscerale), il quale appartiene agli organi della vita vegetativa. Di questi ultimi muscoli io qui non terrò parola: solo aggiungerò che distinguonsi dai veri muscoli motori non solo per le località da essi occupate, ma ancora per una minor copia di striature trasversali.

L'apparato locomotore, come si è detto, aderisce internamente alla cute, facendo così muovere in parecchie direzioni i varii anelli di cui si compone il corpo della larva, e penetrando anche nel capo e nelle zampe onde compartire il movimento alle loro parti.

Spaccando un baco e stendendolo, dopo averne levati i visceri e gli organi secretori, si appalesa in tutta la sua ricchezza l'apparato muscolare; allora lo si vede risultare da tanti fascetti più o meno lunghi, a margini paralleli, precisamente come veri nastri carni, riuniti fra loro in vario numero. Questi fascetti scorrono per la massima parte nel senso del corpo dell'animale da anello ad anello, o da divisione a divisione; alcuni scorrono obliqui, altri in senso trasversale, come si vedrà in seguito.

I nastri primitivi si rinvengono in vario numero (3-8-10) e costituiscono un muscolo complesso (fig. 105), egualmente nastroforme, in cui tutti i nastri speciali *a, b... e, f* hanno le attaccature sulla medesima linea, e quindi anche un egual modo d'azione; talvolta i nastri primitivi sono raggianti e vanno allontanandosi nell'attaccarsi al punto d'appoggio, come farebbero le aste d'un ventaglio. Gettando lo sguardo sulle figure 106, 107, 108 si comprende facilmente questa distribuzione.

I nastri primitivi che compongono i nastri muscolari composti hanno quasi sempre la stessa larghezza che oscilla fra $0^{\text{mm}},4$ e $0^{\text{mm}},5$, e non ingrossano mai nel loro decorso: esaminate al microscopio queste fibre muscolari mostransi striate, nel senso della loro lunghezza e nel senso trasversale, da striature oscurette, fine, ondegianti (fig. 109). I muscoli sono assai ricchi di trachee *A, A*; di trachee che vi decorrono sopra in un modo particolare, suddividendosi cioè assai, scorrendo serpentine, e percorrendo molte curve, specialmente nelle suddivisioni.

Operata la sezione di questi nastri non mi apparvero occupati nel loro interno da alcuna cavità. Smagliati i nastri primitivi, mostransi le fibre primitive del tessuto vero muscolare, fusiformi, colle loro estremità tondeggianti. La tinta di questi muscoli è d'un bianco leggermente giallognolo; l'elettricità

li fa lentamente contrarre. Il loro numero è veramente prodigioso; tuttavia a noi pare che debbasi per muscolo ritenere l'insieme di parecchi nastrini primitivi, e non già i nastrini istessi presi a parte, come si trova in Lyonet, il quale fece salire il numero dei muscoli nella larva del *Cossus ligniperda* a 4061; numero che nel baco sarebbe assai superato se si volesse specialmente tener conto dei fasci primitivi.

Parecchi sono gli strati in cui stanno disposti i muscoli sottocutanei, che tuttavia si possono ridurre a tre principali, cui appunto corrispondono le figure 106, 107, 108 rappresentanti i muscoli dei tre strati principali in un bruco spaccato pel dorso. Avrei potuto rappresentarli egualmente in un baco spaccato anche per l'addome, come fece appunto Lyonet (1); ma oltre che sarebbersi inutilmente moltiplicate le figure, queste avrebbero dimostrato poco di nuovo, salvo che la linea mediana in tre di esse sarebbesi veduta corrispondere alle laterali delle altre, e viceversa, come appunto appare nel lavoro dell'illustre Olandese.

Ciò premesso, verrò dunque descrivendo il sistema muscolare diviso in tre strati, o piani, di cui il superiore (nella figura, ma il più interno nel baco intatto) sarà sempre contraddistinto con lettere majuscole, il medio con lettere minuscole, ed il profondo (che in realtà è il più vicino alla cute) con lettere greche.

Di mano in mano che si passa dal piano superiore al più profondo, vedesi diminuire la continuità dello strato, ed esservi un numero di muscoli forse maggiore, ma meno esteso e meno uniformemente disposto. Il piano superiore è incaricato dell'allungamento ed accorciamento del baco, e le sue fibre sono tutte longitudinali; il medio presiede ai movimenti obliqui e di torsione, e le sue fibre sono leggermente inclinate; il terzo finalmente, il quale occupa minor superficie, presiede ai restringimenti d'ogni anello, ai moti delle zampe, ed i suoi fasci sono fortemente obliqui, e più ancora trasversali o raggiati attorno alla base delle zampe. Le rughe longitudinali che si veggono ai lati del bruco sono principalmente prodotte da questi fasci trasversi. Essendo meno esteso questo sistema, lascia allo scoperto molte aree cutanee per l'attaccatura dei muscoli del piano medio e superiore. Le attaccature dei muscoli all'esterno del baco sono fatte palesi da piccole linee o solchi da cui è segnata la cute, che corrispondono appunto alle attaccature stesse.

Prima di descrivere i piani museolari del sistema motore devo rinnovare l'avvertenza che nel corpo del baco saranno sempre più vicini alla cute i muscoli che descriverò come più profondi (tali essendo nelle figure), e da quella sempre più discosti i muscoli che saranno descritti come superiori.

(1) Opera citata, Tav. VI e VII.

Muscoli del primo strato, o retti. — Il primo strato, il più profondo nel corpo del baco e il più continuo, si compone dei muscoli *retti*, che vanno per la massima parte da una divisione all'altra attaccandosi al margine libero che fa all'indietro la ripiegatura cutanea ad ogni anello; essi predominano al dorso. Tutti gli anelli posseggono tal serie di nastri mareati *A, B* (fig. 106), più o meno modificati, per modo che mentre in quasi tutti gli anelli eguali vi sono due muscoli distinti, nell'11.° si fondono, e nel 12.° hanno l'estrema attaccatura fusa in un punto solo. In molti anelli però *A, B* sono poco distinti e pajono un muscolo solo, che si estenda lungo tutto lo spazio che scorre dal ramo tracheale interstigmatico fino al canale dorsale (margine della figura). Da quanto si è detto consegue che tutto il dorso appare internamente tappezzato da questo primo strato di muscoli retti.

Nel 1.° anello i muscoli *A, B*, che hanno posteriormente nella 2.ª divisione una larga inserzione, nella 1.ª invece si restringono con una piccola attaccatura, presentando una forma triangolare, comune alla massima parte dei muscoli del primo anello, stante la sproporzione che esiste in lunghezza tra il suo margine anteriore (1.ª divisione) ed il posteriore (2.ª divisione).

Questi muscoli *A* e *B* appajono divisi dal 2.° al 10.° anello, dopo il quale si fondono in uno solo, come vedesi nell'11.° e nel 12.°, ove le lettere *A* e *B* sono sovrapposte allo stesso muscolo, allo scopo d'indicare che esso risulta dalla fusione dei primi due, e che ad entrambi corrisponde *A, B*. Nella parte posteriore del 12.° anello, è ancora rappresentato da un piccolo muscoletto triangolare *O*, accanto a cui *O'* ripete la stessa disposizione più verso la linea mediana. I muscoletti *O* e *O'* hanno diverso ufficio, in quanto che posteriormente s'attaccano all'intestino, del pari che *O*² più verso la linea mediana, il quale è come la continuazione di *C, D, E*. Siccome in quest'estrema porzione del corpo la cute non avea bisogno di particolari contrazioni, così i muscoli si versano nell'intestino e concorrono a tenerne salda l'estrema sua parte posteriore.

Lungo i lati della linea ventrale, internamente al ramo interstigmatico si vede un'analogo serie di muscoli *C, D*, che sono essi pure, nella pluralità degli anelli, quasi il risultato di due fasci composti muscolari contigui l'uno all'altro; nel primo anello *C, D* è unico e triangolare, come unico diviene negli anelli 10.°, 11.° e 12.°, nei quali va facendosi sempre più esile e breve.

Incinciando dal 4.° anello, in prossimità alla linea ventrale mediana vedesi il muscoletto *E*, pure nastroforme, composto di tre o quattro fasci, il quale scorre longitudinalmente da una divisione all'altra. Le attaccature di questo muscoletto offrono la singolarità che quanto più si osservano ne' muscoletti posteriori, vanno scostandosi dalla divisione per attaccarsi maggiormente alla parte

mediana degli anelli. E nell'11.^o anello si fa più breve, e più breve ancora nella parte anteriore del 12.^o (1).

I muscoli di questo primo strato sono in numero di 110.

Muscoli dello strato medio od obliqui. — A questo strato succede il secondo o medio, che dalla direzione generale che presentano i suoi muscoli, può essere detto dei muscoli *obliqui*. Esso non si compone d'uno strato solo, ma si può suddividere in due che chiamerò *piani*, stante che alcuni de' suoi muscoli passano sotto vicendevolmente colle loro attaccature; malgrado ciò sono dessi facilmente visibili appena levato il primo strato.

I muscoli dello strato medio, rappresentati nella figura 107 dalle lettere minuscole, si trovano essere in un numero maggiore che nell'antecedente. Levato appena il primo strato riscontransi i muscoli *a* e *b*, la cui posizione generale vedesi dal 4.^o all'11.^o anello inclusivamente; *a* è il più lungo dei due e scorre dai lati verso la linea mediana, considerato l'animale vivente, dalla linea delle stigine all'inferiore del ventre; esso trae origine dalla divisione degli anelli, e portatosi posteriormente, oltrepassa la 1.^a divisione che incontra per inserirsi al terzo anteriore dell'anello susseguente. In questo decorso i suoi fasci si ravvicinano, essendo l'attaccatura posteriore più stretta che l'anteriore. Osservato un baco vivente sotto l'addome, vedonsi le attaccature di questi muscoli nella parte mediana degli anelli. All'interno del muscolo *a* sta il muscolo *b*, egualmente obliquo, più piccolo, il quale avuta una origine contigua a quella del muscolo antecedente, se ne allontana per attaccarsi innanzi di giungere alla 1.^a divisione; coll'attaccatura posteriore esso si avvicina assai più alla linea mediana che non il congenere *a*. Questi due muscoli però nel 10.^o ed 11.^o anello si fondono insieme, come lo indicano le lettere *a, b* sovrapposte allo stesso muscolo; nell'ultimo anello non riscontrasi un vero rappresentante di questi muscoli leggermente obliqui, quando non ne sia uno *a*, che è già trasversale e passa per le attaccature e le parti funzionanti dei muscoli dello strato più superficiale, che ci resta a descrivere.

All'esterno del ramo interstigmatico, già in corrispondenza del dorso dell'animale, sotto direttamente ai muscoli *A* e *B* (fig. 106) stanno i muscoli *c* e *d* (fig. 107), di cui i primi *c*, assai più lunghi e disposti a ventaglio,

(1) Nel secondo e terzo anello esistono sulla linea ventrale due muscoli *F, G* (2.^o anello), *F', G'* (3.^o anello) (fig. 106 e 107) lunghi, esili, composti di tre o quattro fasci primitivi che vanno dalla seconda alla terza e dalla terza alla quarta divisione. Questi muscoli, singolari per la loro attaccatura e per la loro posizione, lo sono più ancora perchè passano incrociandosi frammezzo ai cordoni nervosi intergangliari della regione corrispondente. Osservati al microscopio non è raro trovare lungo questi muscoli dei rigonfiamenti, come vedonsi rappresentati nella figura 103.

hanno la loro attaccatura posteriore, ampia; mentre l'anteriore raccolta in piccolo volume passa sotto ai muscoli ω che nel baco, in uno coi muscoli α , fanno un ufficio tutto particolare. Questi muscoli c sono leggermente obliqui e inclinati anteriormente verso la linea longitudinale che passa per le stigme; i muscoli d sono più obliqui, hanno la stessa direzione, ed i loro margini, composti di quattro o cinque fascetti, sono paralleli.

I rapporti di c, d nel 3.^o e nel 2.^o anello differiscono un poco, e nel 1.^o si fondono insieme (per il che le due lettere stanno scritte sopra un muscolo solo) in un muscoletto che termina acuto assai sulla 1.^a divisione.

Analoghe modificazioni in questi primi tre anelli scorgonsi negli equivalenti dei muscoli a, b . Nel 3.^o anello a è quasi longitudinale del pari che b , il quale posteriormente passa sotto al muscolo G del primo strato, che, come già si disse, si decussa col compagno sulla linea mediana ventrale. Nel 2.^o anello, a è più esile ed è leggermente obliquo, e b ritorna obliquo sotto al muscolo G del corrispondente anello.

Nel primo anello poi a, b , triangolari di forma, si fondono insieme per attaccarsi al piccolo margine della 1.^a divisione.

Sotto questo piano ora descritto ne esiste un altro, maggiormente interrotto, che si riferisce pure al secondo strato per l'analogia di direzione. Questo piano è essenzialmente formato dai muscoli f e g , di cui i muscoli f scorrono sotto a e b , mentre i g si nascondono sotto i muscoli c con una inclinazione maggiore o minore, come si può vedere confrontando lo stesso muscolo nel 10.^o anello, nell'8.^o, nel 7.^o, ec.

Il muscolo g vedesi anche nel 2.^o o 3.^o anello sottopassare al c , mentre nel primo, fattosi molto obliquo (h), si attacca alla parte inferiore dell'orlo del capo. Nel 2.^o e 3.^o anello merita d'essere ricordato anche il muscolo m , analogo di posizione e di azione a g .

Alla porzione superiore dello strato medio spettano anche i muscoli f , che scorrono verso la linea mediana sotto i muscoli a e b secondo la varia posizione di questi. Gli accennati muscoli, salve poche differenze di obliquità e di mole, si trovano nel 3.^o anello e successivi fino all'11.^o inclusivo. Nel 2.^o e 3.^o anello debbesi ancora annoverare il muscolo s , e nel 2.^o anche il muscolo u che passa sotto il d , cui eguaglia quasi in lunghezza.

Nel 12.^o anello i muscoli k, i, l, m sono disposti a raggi al di sotto del piano A, B , e servono a contrarre assai la parte posteriore del corpo del baco, ajutando la defecazione.

È questo il luogo di tener parola di due importanti muscoletti che si veggono già appena aperto il baco, ma che avendo le loro attaccature al di sotto del

primo piano, devono, per ragione d' uniformità, essere qui ricordati: intendo dire i muscoletti trasversi ω e z (fig. 106 e 107), i quali per la loro direzione si appalesano appartenere al terzo piano di cui si dà più sotto la descrizione. Questi due muscoletti cui è singolare ufficio il tenere in posto i rami interstigmatici, hanno posizioni ed attaccature diverse. Il muscolo z compare alla 2.^a divisione, partendo dalla quale si porta in avanti ed all'esterno nella figura (dall' indietro e dal basso in avanti ed in alto nel baco vivente), tenendo saldo il tronco interstigmatico in molta distanza dalla prima stigma.

Alla 3.^a divisione esiste il muscoletto z , ma non passa sopra al vero tronco interstigmatico, bensì ad una sua diramazione che in quella località si spicca dal ramo principale; lo stesso accade alla 4.^a divisione.

Alla 5.^a divisione z attraversa a guisa di ponte sul ramo interstigmatico e si nasconde sotto i muscoli B e C (fig. 106), dopo di che volgesi alle sue attaccature cutanee, stando obliquo sulla trachea oltrepassata, e coprendo colla sua attaccatura posteriore il principio anteriore del muscolo e (fig. 107). Tra il muscolo z steso tra il 4.^o ed il 5.^o anello e la stigma di quest' ultimo anello sta il muscolo ω più trasversale, più esile e più lungo del compagno z , tenendo in sito esso pure e il ramo interstigmatico ed il muscolo e . Ciò che accade nella 5.^a divisione dell' anello 5.^o, si ripete sulla 6.^a, 7.^a, 8.^a e 9.^a divisione, e negli anelli 6.^o, 7.^o, 8.^o e 9.^o Il muscolo ω ha sempre la sua attaccatura esterna oltre il muscolo e che gli sta sotto, e l' interna sotto il muscolo a .

Nella divisione 10.^a esiste solo il muscolo z più inclinato, mancando nel corrispondente anello il muscoletto ω , mancanza che si riscontra pure nell' anello 11.^o, dove ancora si rinviene il muscolo z .

Nel 12.^o anello si ha il largo muscolo v , che posa sopra la zampa membranosa posteriore, e vela i muscoli che fanno muovere questa zampa.

Dall' insieme di questi due piani muscolari del secondo strato si comprende che i muscoli di essi sono obliqui, che sono meno continui di quelli dello strato superiore già descritto, e che i movimenti generali da essi prodotti essendo di natura di far rotare il corpo del baco obliquamente, ad essi saranno dovuti i moti trasversali che fa il corpo del baco.

I muscoli di questi due piani sono in numero di 168.

3.^o *Muscoli del terzo strato o trasversi.* — Il terzo strato è quello dei muscoli *trasversi*, che sono aderenti maggiormente alla cute; sono in numero maggiore degli altri, tutti più brevi, avendo le loro attaccature tutto all' interno di quelle dei muscoli più lunghi degli altri strati che loro si sovrappongono. I muscoli di questo strato, che si dirigono per la massima parte nel senso

trasversale del corpo del baco, si suddividono in muscoli comuni a tutti gli anelli, salvo piccole modificazioni, ed in muscoli che servono al movimento delle zampe, i quali si trovano solo nei primi tre anelli per le zampe vere, e nel 6.°, 7.°, 8.°, 9.° e 12.° per le membranose.

1.° *Muscoli comuni.* — Tra questi primeggiano i muscoletti α e β (fig. 108), che trovansi in quasi tutti gli anelli, ed hanno un'azione analoga.

Il muscoletto α riscontrasi nella parte anteriore d'ogni anello, scorre veramente trasversale, è collocato nella linea delle stigme, talvolta leggermente più in dentro di esse, e sta in prossimità della divisione coll'anello antecedente; è breve e piuttosto largo, possedendo parecchi fasci. Questo muscoletto è rappresentato dalla parte posteriore degli anelli del muscolo β che ha la stessa forma, la stessa direzione, ma trovasi collocato dietro la stigma. Nel 1.° e nel 2.° anello il muscoletto α vedesi in un sito un poco anormale; nel 3.° comincia ad assumere la sua posizione e la sua forma più generale, e tale si presenta nel 4.° e successivi fino all'11.° anello, esistendo ancora nel susseguente, ma più piccolo e obliquo. Lo stesso dicasi di β che comincia a mostrarsi appariscente nel 3.° anello, continuando poi manifesto e regolare dal 4.° al 10.° anello; nell'11.° appare s fibrato ne' suoi fasci (tutti contraddistinti dalla stessa lettera), si fa obliquo e s'avvicina moltissimo alle ultime divisioni. Questi muscoli avvicinando i loro punti d'attaccatura nella loro contrazione, producono una piega sulla cute che sta serrata tra queste attaccature, e sono causa di quella linea rilevata, ondulata, che già si è detto trovarsi ai lati del corpo del baco. Dopo i muscoletti α , β abbiamo quelli che partono dalla divisione attaccandosi alle ripiegature interanellari, e spingendosi da ognuna di esse nell'anello che le precede: tali sono i muscoli ι e λ , ι' e λ' , gli uni collocati all'esterno della linea laterale (la linea che passa per tutte le stigme), e gli altri all'interno (cioè verso la linea mediana inferiore A , B del corpo del baco). La loro direzione è obliqua; sono brevi e colle loro attaccature verso il centro degli anelli sfumate. Sono appariscenti nell'11.° anello; mancanti nel 12.°; nel loro massimo sviluppo nel 5.°, 6.° e 7.°; il muscolo ι' manca anche nel 1.° anello.

Incominciando dal 4.° anello infino al 10.°, a ridosso della linea mediana ventrale A , B , sta il muscolo π obliquo dall'indietro all'avanti, dall'esterno all'interno, e che ha analoga azione di ι , essendo però di questo più sviluppato; manca nei primi tre anelli e nel duodecimo; è appena abbozzato nell'11.°

Nella parte interna della linea laterale trovansi il muscolo σ che incomincia nel 4.° anello e si trova rappresentato fino nel 10.°; esso ha analoga azione dei muscoli α e β , e genera, nel baco immaginato sano e in movimento, una ruga inferiore a quella prodotta dai muscoletti α e β già descritti nei primi, cagione

dell'obliquità e dell'interruzione di essa in ogni anello; σ si fa obliquo assai nell'11.° anello, diminuendo d'importanza. Nella parte anteriore e dorsale dell'anello 4.° e successivi fino al 9.° si ha il muscolo σ , che certamente ha azione sul canale dorsale, movendo le ciate nel sito ove scorre il canale.

Il muscolo σ nel 10.° e nell'11.° anello è in relazione col muscoletto ρ , il quale negli anelli ove esistono le zampe membranose (vi-ix) si mette in rapporto con queste parti, e pare divenire organo motore di esse.

Nella parte anteriore interna dei primi tre anelli trovansi i muscoletti α' , che non hanno i corrispondenti negli altri anelli; come pure dalla parte anteriore del 1.° anello (divisione 1.^a) partono tutti quanti i muscoli che dal corpo penetrano nel capo, e fissano questo su quello. Nei primi tre anelli troviamo i muscoli ν' e μ' che rappresentano in certo qual modo altri muscoletti che trovansi collegati colle zampe membranose, se non che i loro movimenti qui prendono un'importanza minore.

2.° *Muscoli motori delle zampe.* — A. *Zampe membranose.* — Come si può facilmente arguire, questi muscoli debbono attorniare l'apertura che si trova nell'interno degli anelli per la quale si entra nella cavità della zampa medesima.

I muscoli che, messo a nudo il terzo strato muscolare, ponno osservarsi come appartenenti alle zampe, sono quelli che hanno origine contro la cute dell'anello stesso, e che si portano verso la base della zampa concorrendo a muovere il primo articolo di essi nel corpo. Questi muscoletti nelle zampe membranose sono raggiati attorno di esse, e nella figura sono contraddistinti dalle lettere τ , ρ , ε , ν , μ , ψ . Il muscolo τ dalla divisione anteriore si porta indietro, e s'attacca al margine anteriore dell'elissi da cui si stacca la zampa; ρ , ε , ν , vengono dopo e si inseriscono al margine esterno l'uno dopo l'altro; ρ breve assai; ε più lungo; ν più lungo ancora, se vogliasi ad esso aggiungere il pezzo muscolare μ che forma la sua continuazione, sebbene tra ν e μ vi sia un punto in cui il muscolo, avvicinati i suoi fasci, si salda contro la cute. Se di questa inserzione si volesse tener molto conto, allora ν e μ sarebbero due muscoli: ν analogo a ρ sopra indicato, e μ analogo, per posizione, direzione ed azione, ad α e β già descritti. Posteriormente le zampe membranose sono mosse dal muscoletto ψ contrario in azione a τ .

Nell'interno delle zampe membranose entra il muscoletto δ , esile e lungo, che coprirebbe ε se si fosse lasciato in posto colle sue attaccature, perciò lo si vede separato, sollevato e tirato in disparte. Questo muscoletto penetra in tutte le zampe, ed attaccasi in quella linea che dissi attraversare il disco terminale delle medesime; linea che per tal modo è tirata in dentro, per cui il disco stesso

è come diviso in due metà che si combaciano quando ha luogo l'arretramento.

La zampa membranosa del 12.^o anello ha analogo congegno, solo che predomina il muscolo anteriore, e che $\nu\mu$ è posteriore laterale.

B. *Zampe vere*. — Le zampe dei primi tre anelli, quando hanno una propria conformazione, hanno del pari una muscolatura speciale. Troviamo egualmente il muscolo $\nu\mu$ nella stessa posizione e colla stessa struttura. Corrispondente al muscolo ψ delle zampe membranose troviamo due muscoli ψ e ψ' , di cui l'uno proviene dalla linea mediana inferiore.

Queste zampe pei loro movimenti di estensione e di contrazione possiedono dei muscoli particolari. In ciascuna zampa vi sono tante serie di muscoli quanti sono i pezzi cornei di cui consta, per modo che ogni pezzo rimane sull'altro articolato; alcuni muscoli poi sono uniti all'asticina dura che si attacca alla base dell'uncino in corrispondenza del luogo ove esso offre la concavità; per cui i muscoli che s'attaccano sopra tale appendice fanno piegare l'uncino; sono quindi flessori e predominano grandemente.

I muscoli di questo terzo strato sono in numero di 268.

Il capo sta aderente al corpo per mezzo principalmente dei muscoli, che sono egualmente ripartiti in tre piani. Il piano più periferico oltrepassa l'apertura posteriore del cranio e si inserisce nella parte posteriore dei parietali; più internamente gli succede il secondo strato, e poi il terzo, per modo che tutto il capo è totalmente ripieno di essi muscoli, l'estremità dei quali s'attacca ai rialzi che offrono internamente i pezzi cornei costituenti la scatola cranica.

Taluni di essi trovano del pari gli spigoli sporgenti e le esili spine delle parti dure della filiera, e vi si attaccano per produrre i molteplici e delicatissimi movimenti di cui è capace quest'organo.

Questo è brevemente l'apparato muscolare del baco da seta, analogo a quello delle altre larve di lepidotteri, meno poche differenze.

Il sistema muscolare è tra quelli che offrono le minori modificazioni da individuo ad individuo. Riassumendo, noi troviamo nel baco:

nel 1. ^o strato	circa	440	muscoli
2. ^o	»	168	»
3. ^o	»	268	»

In totalità circa 546 muscoli, esclusi quelli del capo. Questa cifra si ottiene contando solamente i fasci muscolari composti; che se si volesse tener conto dai fasci primitivi, de' quali talvolta da 8 a 10 concorrono a formare un muscolo composto, si avrebbe pel baco la sorprendente cifra di circa 4368 muscoli.

ARTICOLO VIII.

Sistema generatore.

(Tav. IX.)

Gli organi riproduttori furono a lungo ignoti nelle larve degl'insetti. Finchè il microscopio non condusse il nostro sguardo fin nell'intima struttura delle parti, non si sospettò mai che i due piccolissimi corpicciuoli che esistono nella larva in corrispondenza dell'ottavo anello ed a ridosso dei muscoli che tengono saldo il canale dorsale, fossero l'abbozzo degli organi genitali. Dai naturalisti erano stati indicati sotto varie denominazioni, e specialmente sotto quella di corpi reniformi (1). Herold fu il primo (1815) che fermasse l'attenzione sopra questi organi nella larva della *Papilio brassicae*, ch'esso prese a tipo de' proprii studii.

Organi genitali quali appariscono nel baco appena nato. — Avanti che il baco si assopisca per la prima volta, col sussidio della lente si pomo vedere nelle larve d'ambo i sessi due corpicciuoli giacenti ai lati della linea mediana dorsale tra la 5.^a e la 6.^a stigma, i quali offrono tre attaccature esilissime. La loro forma s'avvicina a quella d'un triangolo ottuso, con un angolo rivolto all'esterno e col massimo lato parallelo alla linea mediana. L'accennata forma triangolare però non deve ritenersi precisa, essendone i lati ondeggianti e emvilinei, gli angoli smussati e tondeggianti; agginngasi che è instabile assai, giacchè i corpicciuoli stessi ingrandiscono continuamente col crescere del baco, e subiscono singolari mutazioni. Dopo la prima muta essi sono già visibili: la figura 111 offre in *A, B, C, D, E* l'apparenza di questi organi dopo ciascuna età, non che quella del loro volume relativo. (V. anche *T, T*, fig. 100, Tav. VIII.)

A primo aspetto l'organo maschio per quasi tutta la vita della larva non si distingue dall'organo femminile; sotto la lente però, e meglio sotto il microscopio, i sessi sono già in essa egregiamente definiti, e tutte le larve sono o maschio o femmina.

Attaccature o legamenti degli organi genitali nelle larve. — Gli organi genitali hanno attaccature proprie ed attaccature derivanti da altri sistemi.

Attaccature proprie. — Tra le prime si hanno tre filamenti particolari, di cui uno anteriore *a* (fig. 112 B, e 121 B); uno posteriore esterno *c, c*; e l'altro posteriore interno *b* (2). L'anteriore *a* ed il posteriore interno *b*, nella generalità

(1) Lyonet, nell'opera citata, pag. 429 (Tav. XII, fig. 2).

(2) Interno in relazione alla linea mediana dorsale del corpo del baco.

dei casi, fanno un breve decorso, ed assottigliandosi vanno a terminare nel tessuto cellulare delle vicinanze. Il posteriore esterno *e, e*, invece, è più lungo, mantiene per molto tempo la sua grossezza naturale, e va a finire all'11.º anello, dopo aver rasentato l'8.ª stigma sulla linea mediana in compagnia del corrispondente filamento dell'altro lato.

Il filamento *e, e*, come si dirà fra poco, ha tutt'altra e ben maggiore importanza degli altri due, siccome quello che, vero *gubernaculum testis*, dirige le parti che debbono uscire dagli organi ora descritti, e traccia loro la via onde si portino nella località che loro si conviene. Debbo qui accennare, che talvolta questo legamento esce dal lato posteriore interno, la quale circostanza però non è d'alcun rilievo, percorrendo esso egualmente la sua via come nel caso normale.

Attaccature avventizie. — All'angolo esterno vanno per lo più due grossi tronchi di trachee *f, f* (fig. 112 B e 121 B) provenienti dalla 6.ª stigma, i quali si diffondono e si diramano sulla membrana esterna da cui sono rinvolti; talvolta ve ne ha un numero maggiore. Servono a tenere in posto i testicoli e anche i lobi del tessuto adiposo.

Membrana esterna. — I corpuscoli genitali si risolvono in due borsette nelle quali si sviluppano gli elementi riproduttori a norma del sesso: nell'uno le uova, nell'altro il fluido spermatico. Sono esse giallastre e formate da una membrana granulosa nel cui spessore veggonsi talora decorrere alcuni rami tracheali e alcune fibre muscolari. La grossezza di questa membrana varia collo sviluppo del contenuto, diminuendo mano mano che quella cresce.

Contenuto delle borsette genitali. — Le accennate borsette membranose nel primissimo loro apparire contengono un citoblastema che va organizzandosi in cellule, di cui molte sono nucleate, le quali poi debbono dare origine a quegli elementi che metamorfosandosi costituiscono le uova o lo sperma.

Lo sviluppo dei due elementi maschile e femminile è successivo e continuo; dopo una certa epoca della vita del baco si veggono contemporaneamente tutti gli stadii della materia, stadii che hanno luogo avanti ancora che le due borsette esternamente abbiano mutato di forma, fatta eccezione riguardo al volume. La forma di esse comincia a mutarsi quando il baco si dispone a filare, e di tali modificazioni, che caratterizzano lo stadio di crisalide, si terrà parola quando si tratterà di questa; ma anche nella larva una porzione almeno dei due elementi è già sviluppata, nè le manca per essere perfetta che l'ultima modificazione la quale pel liquor seminale accade nel corpo della farfalla femmina e per le uova succede egualmente nel corpo dell'animale perfetto.

Del contenuto dei testicoli nella larva del baco. — Alla prima apparizione delle borse spermatiche il loro contenuto ha una consistenza di mezzo fra il

liquido ed il solido, e si vede composto di cellule nucleate *b, b* (fig. 122 e 124), sparse in masse granulose, dalle quali, come dal citoblastema, traggono la loro origine. Già dopo la seconda muta queste cellule si modificano, ed un nuovo elemento si mescola nelle capsule spermatiche. Vedesi, cioè, formarsi in mezzo ad esse delle cellule composte *c, c*, tondeggianti con una membrana propria d'un visibile spessore, le quali contengono alla lor volta un numero limitato di cellule o globuli trasparentissimi.

Queste cellule composte aumentano di numero in breve tempo, sicchè sottoposto al microscopio il contenuto delle borse spermatiche, pare esclusivamente formato di esse, e non è raro il caso di vederle da sole stipate le une accanto alle altre, come lo dimostra la figura 123.

Alle cellule composte coesistono però contemporaneamente le cellule nucleate già sopra ricordate, che appajono per le prime, non che la materia granulosa che loro dà origine.

Le cellule composte si allungano dapprima leggermente e si mostrano elitiche (*c'*, fig. 124). Dopo essersi così conformate, e quando appunto anche il loro contenuto ha assunto una forma allungata, riscontransi in esse delle striature *d, d*, (fig. 122 e 124), che vanno sempre più aumentando, invadendo tutto l'interno della cellula composta. In ragione che queste striature aumentano, diminuiscono le cellule che al loro posto esistevano nelle cellule composte. Sono forse queste striature il prodotto di tali cellule? Esse, giova qui dirlo anticipatamente, hanno origine da altrettanti filamenti che si generano nell'interno delle cellule e che possono benissimo essere il prodotto della metamorfosi ascendente delle cellule trasparenti.

I filamenti sono tutti paralleli, ma essendo assai più lunghi delle cellule in cui sono contenuti, fanno delle ripiegature. Il loro insieme s'assomiglia ad una matassa di fili che si ripiegasse onde farla capire in una cavità più breve della sua lunghezza. Ormai le cellule trasparenti sono tutte sparite quando le cellule composte si sono allungate d'assai, e il loro allungamento si fa sempre maggiore finchè si trasformano in un vero cilindro.

La figura 121 B mostra la borsa spermatica che contiene stipate tutte le cellule elitiche fusiformi e racchiudenti i fili sovraccennati, mentre però vi si osservano ancora delle cellule composte. Qui vi ha produzione continua dell'elemento spermatico; e mentre le sue cellule raggiungono lo stato più perfetto, altre nuove se ne formano.

La figura 122 offre cellule composte e cellule elitiche contenenti i fili di cui sopra, ed inoltre le cellule ancor più allungate e divenute tubulose. La ripiegatura dei fili nelle cellule non è che una forma di passaggio, dovendo quei fili

svolgersi totalmente; e perciò la membrana che li racchiude sviluppa sempre più e trasformasi in un cilindro o budello *f, f*, (fig. 125), in cui i filamenti stanno tutti paralleli e distesi.

Budelli spermatofori. — I filamenti fin qui descritti altro non sono che gli spermatozoi prodotti dal contenuto delle cellule. Quando i budelli spermatofori hanno raggiunta la loro perfezione, presentansi sotto la forma di tubi allungati e tortuosi (fig. 126 e 127), esili ad una estremità *i', i'*, ed ingrossati all'opposta *i, i*. Quest'ingrossamento ora è troncato all'estremità *i* (fig. 126), ed ora invece è globuliforme, quasi sferico, ed offre all'estremità sua *i* (fig. 127) una curva ancora più sentita. La membrana primitiva *a, a* (fig. 126 e 127) della cellula è ancor essa visibile, specialmente all'estremità ingrossata, alla quale non giungendo i filamenti, rimane uno spazio assai palese tra essa e i filamenti stessi.

In questi budelli spermatofori si può già vedere distintamente la struttura degli spermatozoi, cioè la parte loro ingrossata *h, h*, (fig. 126 e 127), la quale è rivolta in tutti alla parte ingrossata del tubo spermatoforo, e la loro parte esile *h', h'*, che prende abitualmente il nome di coda.

Nella larva tanto le borse spermatiche, quanto il loro contenuto non soffrono ulteriore modificazione; chè anzi lo stadio da me descritto è quello del baco già prossimo a filare. La formazione dei condotti spermatici si opera nello stato di crisalide; la struttura dei tubi spermatofori, onde ne escono i filamenti sciolti e vibranti (fig. 128), è opera della borsa copulatrice dopo avvenuto il coito. È parimenti opera posteriore allo stato di larva la forma diversa delle borse spermatiche e l'assumere ch'esse fanno l'aspetto uniforme, come si vede nell'insetto perfetto.

Del contenuto delle borse genitali femminee. — Le borse spermatiche della femmina hanno presso a poco la forma di quelle del maschio; ma ciò che le distingue è il loro contenuto. In esse in fatti già alla terza muta veggonsi apparire i tubi degli ovarii che stanno ravvolti in intricatissimi meandri, quali sono rappresentati dalla figura 112. Questi tubi si producono a spese delle sostanze granulose che al loro primo apparire contengono le capsule genitali.

Per avere un'idea adeguata dei tubi stessi, bisogna svolgerli; ed allora si vede che entrambe le borsette ne contengono quattro (fig. 117), i quali formano tortuosissimi giri e con una loro estremità stanno avvicinati e rivolti verso un punto della superficie interna della membrana che forma le borse: è questa la loro estremità più completa, e la prima a formarsi; coll'altra estremità poi, assottigliata ed esilissima, parimente si riuniscono, decorrendo un poco in un fascio parallelo.

Le quattro estremità più vecchie sono quelle che durante lo stadio di crisalide debbono apparire per le prime fuori delle capsule genitali per discendere poi in basso all'incontro delle altre parti del sistema genitale femminile.

I quattro tubi ora descritti sono gli ovarii, e già nello stato di larva essi presentano le uova in via di formazione, le quali si fanno perfette soltanto allora che l'animale si spoglia delle bucce di crisalide; e tuttavia la loro formazione è già assai inoltrata anche nello stadio di cui ora si tratta.

Contenuto dei tubi ovarici della larva. — Gli ovarii constano d'una membrana resistente e grossa (fig. 113), nel cui interno si genera una sostanza granulosa contenente cellule nucleate, in mezzo alla quale sostanza si formano i primi rudimenti delle uova. In un solo tubo ovarico si ponno contemporaneamente vedere le uova nei varii loro stadii di perfezione, al quale scopo basta osservare l'ovario dalla sua estremità più recente alla sua estremità più perfetta (1).

Costituzione delle uova. — *Vescicola germinativa.* — Il primo rudimento dell'uovo è la vescica germinativa *v, v...* (fig. 115), *h, h* (fig. 120), la quale si presenta sotto l'aspetto di un'esile vescicola che spicca per la sua trasparenza frammezzo alla sostanza granulosa che unica occupa la parte più esile del tubo ovarico. Questa vescicola, che presentasi già voluminosa nella prima porzione dell'ovario, è tuttavia suscettibile di maggiore volume: essa presenta in un punto della periferia un *corpo germinativo i, i* (fig. 120); e si può paragonare in tutto ad una cellula col suo nucleo. Le vescicole germinative appajono equidistanti e sembrano derivare da una cellula nucleata in cui la natura già pose un principio particolare di vita, di sviluppo e d'attrazione, per cui si muta così profondamente e diventa sede di tanto variate modificazioni.

Aureola vitellina. — Infatti se si osserva una vescicola germinativa già matura, si vede che, fatta più grande, comincia a circondarsi d'una materia opaca, finamente granulosa, una specie d'aureola *au, au* (fig. 115), *v, v* (fig. 120), che dapprima le sta da un lato e poi a poco a poco cerca d'avvilupparla. Sono questi i primi rudimenti del vitello, che si caratterizza subito pei grani tondeggianti di cui è formato e pel modo di addossarsi alla vescicola germinativa; attorno di essa, ove appunto sono più affollati i grani, la sua massa si mostra più opaca, opacità che va svanendo all'ingiro. La prima porzione della vescicola

(1) Concentrica a questa membrana esterna ne esiste una seconda difficile a vedersi ne' primi momenti, ma facilmente riconoscibile quando le uova hanno un maggiore sviluppo. Essa è contrattile e s'addossa alle uova e sopra sè stessa nello spazio tra uovo e novo, per quanto la distanza delle uova lo permettono. È questo l'ovidutto di Müller.

germinativa che si trova a contatto colle granulazioni vitelline è la sua metà che sta all'opposto dello sbocco del tubo ovarico. Per qualche tratto adunque si vedono le vescicole germinative succedersi cinte dell'aureola vitellina.

Cellule vitelline. — Ma un altro elemento si deve aggiungere all'uovo onde debba dirsi perfetto, elemento però di passeggera esistenza. Tra le due aureole vitelline contigue si sviluppano delle cellule ampie, ellittiche *m, m...* (fig. 115 e 120), che chiamerò *cellule vitelline*. Queste cellule variano in numero e costituiscono un gruppo collocato nella parte inferiore d'ogni aureola vitellina.

Limbus. — Tutte queste parti sono circondate da una materia trasparente, che si distingue dalla granulosa di cui si riempie l'ovidutto di Müller, e che con qualche embriologista chiamerò *limbus*.

Le parti dunque di cui consta un uovo ancora nella larva, sono le seguenti: 1.° vescicola germinativa; 2.° aureola vitellina; 3.° cellule vitelline, le quali sono destinate a sparire, ed a convertirsi tutte quante in vitello analogo all'aureola vitellina; 4.° *limbus*(1).

Queste parti vanno sempre più aggruppandosi fra loro ed a distinguersi dalle altre contigue per modo che ogni uovo si separa maggiormente dal suo antecedente e dal suo susseguente, finchè poi una membranella trasparente *i, i* (fig. 120) formandosi attorno di esso, viene così limitato.

Il significato di alcune di esse è affatto ignoto. A che, p. es., quelle vescicole vitelline che debbono in breve tempo distruggersi? Col formarsi dell'involucro solido dell'uovo, il che non accade che nella crisalide, esse spariscono, e tutto riducesi al vitello che consta della sostanza *granulosa* e d'un liquido nel quale questa parte è sospesa, con prevalenza dei globuli vitellini, per cui il contenuto ha una certa quale densità. Veduta per riflessione la sostanza dell'uovo ha una tinta giallastra.

APPENDICE AL CAPO I.

Proprietà fisico-chimiche della seta considerata fuori dell'organismo del baco.

(Tav. X.)

Veduta qual sia l'origine della seta negli organi del scrietterio, dobbiamo studiare le proprietà per le quali questo filo è tanto prezioso; proprietà su cui

(1) La figura 120 mostra chiaramente queste parti: *h*, vescicola germinativa; *i*, nucleo di essa; *c*, aureola vitellina; *m*, cellule vitelline; *e*, limbus; *a*, membrana interna dell'ovidutto; *b*, membrana esterna; *b'*, membrana che divide un uovo dall'altro.

poggiano tutti i metodi della sua filatura non solo, ma ben anche le cognizioni mercè le quali sole si conseguiranno quei miglioramenti che si possono tuttavia sperare dalle varie patti della serica industria.

Proprietà fisiche. — Veduto ad occhio nudo il filo di seta si presenta semplice, esile, bianco-giallo trasparente, lucente; osservato in massa, il suo colore si fa più carico, e passa al giallo d'oro. Ciò vale per la seta di qualità comune, non già per la bianca, il cui filo, anche considerato in massa, è sempre candido. Veduto col microscopio, appare composto e non omogeneo. Una doccitura lo percorre tutto per il lungo e chiarisce, svelandone l'origine, come esso risulti dall'unione di due fili che provengono contemporaneamente dai due ricettacoli del seriterio, e che si mettono a contatto poco prima d'uscire dalla filiera, per modo che ancora umidi si uniscono e saldano in un filo solo, non però così perfettamente da perdere le tracce della primitiva duplicità.

In alcuni luoghi il filo appare opaco al microscopio, in corrispondenza cioè a quei punti ove il glutine, da cui è avvolto il filo, sta accumulato in soverchia quantità; la quale apparenza probabilmente può dipendere dai movimenti abnormi fatti dal baco colla testa nell'atto che tesse il suo bozzolo.

Esaminato il filo di seta al microscopio comparativamente con un capello, si trova che questo è rotondo, cavo, semplice; quello invece è a nastro (per l'unione dei due fili cilindrici sopra citati), pieno e composto. La seta inoltre offre delle asprezze inerenti alla sua natura.

L'unione dei due fili esilissimi che costituiscono il filo di seta non è sempre perfetta; talvolta uno dei fili, in forza de' rapidi movimenti del capo del baco, fattosi più lungo, forma delle anse accanto al filo compagno che mantiene la giusta lunghezza. Queste anse, conosciute volgarmente sotto il nome di *bave*, pregiudicano assai la qualità della seta (1).

Con una soluzione alcalina sciogliendosi la materia che li unisce, si può ottenere la separazione de' due fili, la finezza di ciascuno de' quali è veramente sorprendente: il suo diametro è $0^{\text{mm}},01$; per cui quello dei due fili uniti è $0^{\text{mm}},02$ (fig. 459). Da questo fatto si deduce doversi anzi tutto nella trattura della seta evitare l'accennata divisione del filo, la quale porterebbe con sè la perdita del prezioso prodotto.

Il filo di seta può essere studiato sotto il rapporto di parecchie sue proprietà fisiche e chimiche, quali sono l'*elasticità*, la *duttilità*, la *tenacità*, il *volume*, ec.

(1) La voce *bava* adoprasì con diverso significato; taluni danno tal nome al filo semplice primitivo che forma il filo composto; altri invece chiamano *bava* questo filo composto come esce dalla filiera.

Proprietà fisiche. — Elasticità. — Il filo di seta è elastico; esso cioè si lascia distendere per qualche tratto senza rompersi, per ritornare poi in parte, cessata la distensione, alla primitiva sua lunghezza. L'allungamento che subisce la seta non diminuisce col crescere della lunghezza del filo su cui si sperimenta; esso si mantiene proporzionale, ed anzi cresce qualche poco; così, per esempio, un filo di 0^m,50 si distende 0^m,065; un secondo, lungo 1^m, si distende 130 millimetri; uno lungo 2^m si distende 311 millimetri. Dupli- cando quindi e triplicando la lunghezza, la seta conserva la sua elasticità.

Duttilità. — Se non che si osserva ancora che il filo di seta non ritorna perfettamente alla lunghezza primitiva, ma che una parte dell'allungamento rimane costante. Da ciò deriva che la seta è anche duttile, la quale proprietà è da aversi in gran conto qualora si voglia ottenere una maggior finezza nel filo. L'elasticità e duttilità sono dunque assai importanti per l'aumento di lunghezza che acquista il filo dopo essere stato lavorato in confronto a quella da lui posseduta prima d'essere teso sul telajo. Vi sono delle sete che sotto il rapporto della *rendita* (1) sono superiori d'assai ad altre molte; fra le nostrali preme- giano quelle della Brianza e del Lago di Como.

Tenacità. — La seta è inoltre tenace, cioè si lascia caricare di un peso e stirare senza spezzarsi. Robinet fece delle esperienze in proposito, e trovò che un filo a sei capi poteva essere caricato di un peso di 50 grammi circa senza rompersi, mentre il peso di 51 grammi lo faceva spezzare. Se la tenacità la si osserva in paragone colla lunghezza del filo, si vede che duplicandola o tri- plicandola, lo stesso peso presso a poco è sempre bastevole per far rompere il filo.

A parità di circostanze il filo umido si rompe più facilmente del secco; si trova però che se l'umidità diminuisce, la tenacità aumenta, non che la dut- tilità, poichè l'allungamento costante che prova la seta umida supera quello della seta secca.

Proprietà chimiche. — Composizione. — La seta tentata cogli agenti chimici si dimostra complessa; la sua composizione varia secondo le parti del filo che si considerano. Vedremo come avvenga questo fatto, e come lo si possa de- durre dalla sola struttura dell'apparato che lo produce. Giobert, Berthollet, Proust, Bérard, Baumé fecero sulla seta degli studii interessanti sotto questo rapporto.

Inviluppo eeraeco. — Secondo le osservazioni dei ricordati illustri chimici, e di Proust sopra tutti, risulta che la seta è avviluppata d'un leggero strato di

(1) Con questo nome chiamasi nel linguaggio tecnico l'aumento di lunghezza ottenuto in una stoffa per la tensione subita dal filo sul telajo.

cera, dal quale si fa derivare la proprietà che il bozzolo possiede di non lasciarsi penetrare dall'acqua fredda, e quindi lo stato d'inecolumità in cui rimane frammezzo alle circostanze in cui natura lo ha collocato. Nè pioggia, nè rugiada lo penetrano, e la vita della crisalide è rassicurata. Che se al contrario si sottopone il bozzolo all'azione dell'alcool o dell'etere, non vi resiste a lungo, e si comprende che questi agenti lo alterano. Infatti, dopo tale operazione esso si lascia penetrare dall'acqua; se si evapora, e tira a seco quell'etere o quell'alcool che servì all'esperienza, vedesi che abbandona una sostanza grassa cui l'acqua non giunge a bagnare; e che sebbene offra una composizione più complicata, pure nella sua proprietà è analoga all'atto alla cera.

L'acqua bollente ha invece una forte azione sulla seta, la quale se venga ripesata dopo che subì il suo effetto, specialmente se gialla, risulta ch'essa perde del suo peso. Tale perdita viene attribuita all'essere stata esportata una piccola quantità d'una sostanza che ha tutti i caratteri dell'*estrattivo*, ma che non offre molto interesse in riguardo alla sua quantità, non superando 1, o poco più, per 100. A questa sostanza pare dovuto il colore della seta.

Glutine. — L'azione dell'acqua alcalina è ancora maggiore sulla seta, e si direbbe quasi di diversa natura. La seta assoggettata all'azione di essa perde il 25 per 100, e di più si scompone nei fili primitivi che la costituiscono. Questa sensibile perdita e il mutamento che soffre sono dovuti all'azione dell'aleali sopra un secondo involuppo del filo di seta, che possiede una natura particolare, ed al quale ben s'adatta il nome di *involuppo glutinoso* o di *glutine* della seta.

Questo glutine è di natura animale, nè possiede punto le qualità della gomma, col qual nome viene frequentemente ed erroneamente indicato.

Al glutine che riveste solamente la seta si deve l'aderenza che offrono tra loro i fili che compongono il bozzolo. L'acqua fredda è inerte sopra di esso, e il bozzolo nell'acqua fredda non si lascia svolgere. L'acqua calda non lo scioglie, ma lo rammollisce di molto, in ispecial modo se raggiunge il grado dell'ebollizione. In questo caso il rammollimento è subitaneo. Si noti qui che l'acqua calda, come ho detto, produce solamente il rammollimento del glutine e non la sua soluzione. Errano dunque quanti sostengono che l'acqua calda *scioglie la gomma* di cui il filo è investito; questa soluzione è operata solamente dall'acqua di sapone, o d'altre sostanze alcaline. Il filo serico va diminuendo in ricchezza di glutine di mano in mano che lo si osserva negli strati più interni che costituiscono il bozzolo, il che è ben naturale e trovasi spiegato dal minor bisogno che hanno di quest'involucro i fili già difesi dagli strati esterni, non che dall'esaurimento delle gliandole della filiera destinata a versar il glutine stesso sul filo.

Delle varie sostanze sovraccennate non si saprebbe però con bastante precisione fissare il posto relativo nè stabilire con certezza l'organo da cui ciascuna deriva. Gli involucri che s'addossano al vero filo di materia serica collocato nel centro sono tanto esili, che gli agenti chimici non ne intaccano separatamente i vari strati, ma la loro azione si manifesta contemporanea su tutti, nè si sa se una data sostanza esportata dalla seta in una operazione provenga propriamente ed esclusivamente dal primo o dal secondo involuero.

Questo solo è certo che il filo di seta è centrale e che desso è involto da un intonaco glutinoso destinato a tenere riuniti i fili, involuero che si ammolisce assai sotto l'azione dell'acqua calda; e che infine una tal sostanza non è estranea a questo filo già così meravigliosamente composto, ma gli è fornita per renderlo più atto a reagire contro le vicende atmosferiche. Quest'involuero gli si sovrappone all'esterno, addossatovi dalle ghiandole che stanno all'estremità dell'apparato serico, analoghe pel loro prodotto a quelle che involgono l'uovo di materia pure analoga per farlo aderire ai corpi su cui la farfalla lo depone.

Trovasi in Mulder la seguente analisi della seta:

	Seta	
	gialla	bianca
Fibrina	53,37	54,04
Gelatina	20,66	19,08
Albumina	24,43	25,47
Seta	1,39	1,11
Materia colorante . . .	0,05	0,00
Grasso e resina	0,10	0,30
	100,00	100,00

W. G. Dunder riferisce quest'altra analisi eseguita nello scopo di ottenere i principii costitutivi della seta. La seta analizzata era greggia e proveniva da una coltivazione fatta dal conte Vincenzo Dandolo. L'analisi operata sopra 2500 gramme diede:

Filo animale tramutato in gelatina	Gr. 1855
Glutine	508
Materia colorante	105
Materia grassa (<i>adipocera</i>)	8
Olio volatile	2
Perdita sui filtri, perdita per l'evaporazione, ec. . .	22
	Gr. 2500

I chimici tutti convengono nell'ammettere la seta composta: 1.° d'un glutine leggermente colorato, che si solidifica all'aria; 2.° d'una sostanza solida, che si scioglie a 30 gradi centigradi, insolubile nell'acqua pura, solubile invece nell'acqua di sapone, nell'alcool caldo, ee.; 3.° d'un olio odoroso, volatile, che si ottiene facilmente distillando sulla seta dell'alcool o dell'etere, i quali si colorano in giallo; 4.° d'una sostanza bianca, grassa, che è vera adipocera, scoperta e descritta da Proust (1): essa comparte lo splendore alla seta e fa le veci di vernice; 5.° finalmente della vera sostanza sericea soda ed elastica per l'azione dell'aria. È questa la vera e principale materia greggia del filo della seta.

Cento chilogrammi contengono:

Materia serica	Chil.	74,280
Glutine	»	21,000
Materia colorante	»	4,000
Olio	»	0,220
Adipocera	»	0,500
		100,000

Chil. 100,000

La seta bianca risulta egualmente composta, tranne che manca della materia colorante.

Ure (2) avendo esaminato della seta imbiancata, la trovò composta dei seguenti principii diversamente combinati:

Carbonio	50,8
Idrogeno	3,4
Ossigeno	34,0
Azoto	11,8
	100,0

Igroscoptività. — L'igroscoptività della seta è manifesta, quantunque l'acqua fredda non abbia azione di sorta su di essa, sia per iscioglierla, sia per allungarla. È fatto conosciuto da tutti i filatori che la seta sugli aspi in giornate umide si fa floscia, in opposizione a quanto si verifica nei fili di lino, di canape, nelle corde, ee. Robinet fece in proposito delle esperienze interessanti.

Un filo di seta, lungo un metro, sostituito al capello nell'igrometro fa girare

(1) *Journal de Chimie*, vol. LXVI.

(2) *Philos. Trans. of the Roy. Soc. of London in Repert. of A. M. et Agr.*, 1824, p. 208.

assai marcatamente l'ago nel senso del suo allungamento ogni volta che l'atmosfera diventa umida. Quando l'igrometro preso a paragone segna 73 gradi, si vede il filo di seta lungo un metro, e caricato di 2 gramme di peso, allungarsi di 0^m,001; quando l'igrometro segna 80 gradi, il filo si allunga di altri due millimetri; ritornando l'igrometro sui 76 gradi, il filo di nuovo si accorcia di circa un millimetro; bagnando quel filo colle dita, subitamente si manifesta un allungamento di tre millimetri; seccando, riprende nuovamente la sua primitiva lunghezza. L'igroscopicità della seta varia secondo che essa subì o no l'azione dell'acqua calda o fredda, dell'acqua semplice od alcalina. Paragonata però l'igroscopicità della seta con quella del capello, le è inferiore.

Da questa proprietà derivano due corollari assai importanti per la pratica della serica industria:

1.^o Che nel filare i bozzoli bisognerà cercare che il filo arrivi asciutto all'aspo; in caso contrario, dovendo asciugare su di esso, allora appunto che non può restringersi, soffrirà una soverchia tensione e perderà il suo nerbo.

2.^o Che le sete preparate in sito umido sono soggette a raccorciarsi assai nel seccare.

Il filo di seta non è un cilindro ma un cono allungatissimo. — Considerato il filo del bozzolo in tutta la sua lunghezza, si vede che gli strati interni che costituiscono le pareti dell'aurea cella sono formati da un filo assai più esile e delicato che non gli strati esterni. Da ciò ne viene che il medesimo non può essere considerato come un cilindro, ma bensì come un cono allungatissimo, la cui base è all'estremità che mette capo alla superficie del bozzolo, e l'apice all'estremità che esce dalla filiera del baco se questo sta ancora tessendo; se no, all'estremità che sta libera nell'interno del bozzolo. Errò il signor Perris quando sostenne il contrario.

Quale può essere la causa di questo fenomeno? Io lo attribuisco alle due seguenti:

1.^a Che mentre il bozzolo vien tessuto, il baco soffre delle modificazioni che lo impiccoliscono nelle sue diverse parti, alle quali non si sottrae neppur l'apparato del seritterio che è prossimo a finire il suo ufficio; quindi anche la parte capillare del tubo setifero si fa più esile, e più esili la filiera e gli organi secondari ad essa inservienti.

2.^a Che diminuendo la materia serica, essa non è più spinta fuori con quella forza con cui lo furono le prime porzioni; il filo non premendo quindi gli orifizi d'uscita che sono cedevoli, non esce più così voluminoso come nei primi momenti della tessitura del bozzolo.

Volume del filo di seta; titolo della seta. — Il volume del filo di seta varia

assai secondo la qualità del baco che lo produce, secondo il modo d'educazione, secondo le circostanze climatiche (temperatura, ventilazione, pressione atmosferica) in cui fu fatta l'educazione del baco. Il peso d'una data lunghezza costante di filo costituisce il titolo della seta.

Relativamente alla finezza del filo si osserva che, in generale, questa è maggiore ne' bozzoli piccoli, sieno dessi tali perchè di razza differente, oppure in causa di circostanze particolari individuali, quantunque anche appartenenti ad una razza atta a produrre bozzoli voluminosi. Si ha inoltre il corollario, che la seta è più fina quanto è maggiore il numero di bozzoli che si richiede per un dato peso. I bozzoli irregolari nella loro forma danno pure un filo di seta irregolare, come maggiormente irregolare è la prima porzione del filo fornito dal bozzolo.

La seta quale si vede uscire dalla filiera non trovasi nell'interno del baco. Gli organi del scritterio già descritti si distinguono in tre parti differenti fra loro non solo per la struttura, ma ancora per la qualità di seta che contengono o che producono. Così la porzione λ, μ, π (fig. 152) è quella che secerne la vera seta, che è incolore, e che si effonde poi nel serbatojo $\lambda, \varepsilon, \Delta, \gamma$.

Questo serbatojo, che è la parte espansa dell'apparato del scritterio, è, secondo le mie osservazioni, la parte che secerne il *glutine* della seta, che le comparte il colore, e che la involge tanto in esso serbatojo come dopo uscita dalla filiera.

Struttura della membrana del serbatojo. — La struttura della membrana del serbatojo veduta nelle prime epoche del suo maggiore sviluppo, appena dopo la 4.^a muta, mostrasi granulosa, con granulazioni diversamente raggruppate, alle quali io attribuirei la secrezione del glutine che investe la sostanza sericea. Che se si osserva questa membrana allorchando il baco passò allo stato di farfalla, vedesi che essa consta di segmenti trasversali A, A (fig. 160), ognuno dei quali risulta di due piastre o scaglie formanti la periferia del tubo e terminanti in punte le quali si alternano colle punte delle squame opposte. Si può disporre sotto il microscopio il tubo in modo che le squame abbiano a vedersi nel centro, e le punte alternanti riescano ai lati (B , fig. 160).

Col progredire della vita della crisalide le piastre si dissaldano e lasciano tra loro dei vuoti C, C ; in seguito esse presentano delle striature D, D longitudinali e parallele all'asse del tubo, le quali striature stanno unite per qualche tempo raffigurando ancora le piastre primitive; poi poco dopo si disgiungono disseminandosi in varia guisa sulla materia contenuta dal tubo; mentre è la materia fatta solida che in questo periodo trattiene sopra ed attorno di sè gli avanzi della primitiva guaina E .

In questo tempo l'organo della seta è già in distruzione; esso s'impiccolisce, e le sue dimensioni, terminato il bozzolo, sono diminuite d'assai. La parte esile posteriore è ridotta alla sottigliezza della parte anteriore; la sua lunghezza è del decimo circa della lunghezza massima cui arriva.

Nell'insetto perfetto, la presenza di quest'organo è attestata solo dal residuo della materia gialla ridivenuta rossastra, schiacciata in forma di nastro ripiegato, il quale a poco a poco viene spinto nell'addome e sempre più assorbito.

La materia della seta conservata nel suo apparato si trova allo stato pastoso. Sparando un baco nell'acqua dopo che l'organo del seritterio stette a contatto di questo liquido, si vede gonfiarsi; l'acqua attraversa per endosmosi la parete del serbatoio che finisce per lacerarsi in qualche punto. Allora la materia sericea *C, C* (fig. 159), vera materia della seta, affatto incolora, che costituisce il centro del filo serico *C* (figura 157), si vede spandersi lentamente, come vetro fuso, nel recipiente, e invaderne tutto il fondo, assorbendo contemporaneamente parte del liquido. È dessa incolora in qualsiasi razza di bachi da seta, sia che produca bozzoli gialli, sia che li produca bianchi. La seta in questo stato è densa, d'aspetto gelatinoso; si stira colle dita, formandosi in filo come lo farebbe una densissima soluzione di gomma.

In questa sostanza non si vede traccia di filamento, come già ebbe a supporre Strauss, appoggiandosi ad una esperienza esatta, però malamente interpretata, e dietro a lui il signor Bourgnon de Layre, ed i signori Bourcier e Poortman. Da ciò consegue che la formazione del filo deve accadere in qualche punto anteriore a quello della parte espansa del tubo del seritterio.

In qualsiasi punto si tagli questo tubo, non si vede principio di filo, il quale comincia a formarsi solamente nella parte esile anteriore Δ, β (fig. 152): tagliando questa parte presso il punto β, β' , il filo si può stirare, sebbene con qualche difficoltà. La sua solidità aumenta nel tragitto in cui il tubo, da doppio ch'egli era, si è fatto unico.

Quale può essere la causa di questa solidificazione? Un liquido del corpo, no certamente; qualunque sia lo stato di questo, alcalino od acido, è desso troppo poco pronunciato onde agire così celaramente sopra di lui. L'aceto certamente coagula la sostanza sericea (come accade quando si costruisce il grosso filo che serve alla pesca), ma l'acidità sua è assai pronunciata. Le soluzioni alcaline sciolgono invece completamente la seta ed agiscono in senso contrario.

Tolta la possibilità d'un'azione chimica, quale sarà, ripeto, la causa della solidificazione? Non potrebbe darsi che la compressione che prova il filo nel passare pel tubo capillare avvicini di tanto le molecole da porle in uno stato d'attrazione particolare, in forza della quale assumano la consistenza solida?

A quest'azione io aggiungerei l'involuppo cereo che le gliandolette scoperte dal professore De Filippi hanno l'incarico di secernere, e che fanno un velo esilissimo sul filo.

Riassumendo, il filo di seta all'uscire dalla filiera consta di tre parti:

1.^a interna: — la seta propriamente detta;

2.^a media: — il glutine;

3.^a esterna: — l'involuppo cereo-resinoso.

Il glutine è fornito dalla parte grossa dell'apparato. Osservando al microscopio la porzione capillare del scrittorio, si vede sovrapposto al filo *C* (fig. 157) l'involuppo glutinoso *B*, e sopra di esso la tunica *A, A* dell'organo che l'avvolge colle sue lamine poligone.

La seta così preparata dalle contrazioni fatte dall'animale, è spinta avanti verso la filiera. A somiglianza di quei fili d'oro ravvolti da un cilindro d'argento, i quali se vengono sottoposti alla trafilatura, si allungano e assottigliano avendo sempre nel centro il filamento aureo ed alla periferia l'involuppo argenteo, così la vera seta esce sempre avviluppata dalla sostanza glutinosa.

I due tubi del duplice apparato, giunti in prossimità della base della filiera, si congiungono lungo la linea mediana e costituiscono un tubo semplice. In questo punto avviene l'attaccatura de' due muscoli Δ, Δ (fig. 153), che ritirano indietro la filiera componendone la massa elastica, la quale, abbandonata a se stessa, si estende nuovamente. Al punto ω il tubo, fattosi unico, forma un angolo in basso, ed entra verticalmente nella base della filiera.

La filiera consta di una massa carnosa irregolarmente conica, posta al disotto della mascella e che discende assottigliandosi. Superiormente si vede la porzione conica *B* (fig. 154), la quale anteriormente diminuisce di volume, presentando una porzione ristretta σ , che nelle sue parti laterali sopporta i due palpi δ, δ della filiera. Dopo questo stringimento ne succede un secondo ζ , dal cui centro sorge la papilla α molle, retrattile, che pel suo mezzo offre l'apertura λ (fig. 154 e 156) donde esce il filo serico.

Quest'apertura non è veramente collocata all'apice, ma un po' superiormente a quello; o meglio, l'apice è tagliato in isbiceo guardando la troncatura in avanti ed in alto. Inferiormente la papilla ora descritta è munita di tre rialzi solidi, coriacei, longitudinali, neri *a, b, b'* (fig. 155), che servono a dare consistenza all'apparecchio. Tutte le accennate parti sono suscettibili di gran movimento. Alla base del corpo ora descritto mette foce il canale unico ζ (fig. 156) risultante dall'unione dei due canali ψ, ψ anteriori de' due apparati setiferi.

L'apertura della filiera è semplice. Il filo non si modella nella filiera, ciò che si può facilmente comprendere dalle due seguenti osservazioni: 1.^a l'apertura

è molle e distensibile, per cui il filo potrebbe avere qualsiasi forma; 2.^a il filo vi arriva già solido, altrimenti non potrebbe sostenere il corpo del baco che non di raro vi resta appeso.

Progredendo dal capo del baco verso le sue parti interne, al tubo unico che ha 0^m,001 di lunghezza succede la *parte esile anteriore* del seritterio, la quale fa qualche circonvoluzione; essa è lunga circa 0^m,060, e grossa 0^m,0003.

In seguito si riscontra il *serbatojo* già descritto, ossia la porzione espansa, che è d'un color giallo, a pareti esili diafane. Questa parte, che, levato l'intestino, sorprende fra le altre, ha una lunghezza di 0^m,1 ed un diametro di 0^m,003.

Finalmente al serbatojo tien dietro la *parte esile posteriore* che fa molte circonvoluzioni, ed è più lunga del doppio del serbatojo stesso, offrendo circa la lunghezza di 0^m,270, e 0^m,001 di diametro. Termina tondeggiante.

Tutte queste parti, tranne la porzione in cui il tubo è unico, sono circonvolute e soggette a variazioni dall'uno all'altro individuo; la lunghezza totale dell'organo è di circa 0^m,440.

È da osservarsi che la congiunzione tra la parte esile anteriore e il serbatojo si fa sempre bruscamente; al tubo grosso s'associa immediatamente il tubo esile. Il passaggio invece dal serbatojo alle parti esili posteriori è bene spesso insensibile. Quel primo cingolo parrebbe destinato a sostenere una compressione particolare che la seta deve subire per trasformarsi in filo, e che sostiene appunto in Δ' , Δ' (fig. 152). Qui piuttosto starebbe la *filiera*.

Modo di uscire della seta dal corpo del baco. — Si può colla mano estrarre il filo dalla bocca del baco. L'insetto lo fa uscire attaccandone l'estremità alle scabrezze dei corpi che l'avvicinano; se questi sono lisci, il verme lo attacca mediante una goccia d'un liquido che essiccandoci subito, presenta un punto d'appoggio al filo. Ritengo che questa sostanza sia il puro glutine secreto dal serbatojo, glutine che per un movimento particolare del baco può scorrere prima del filo ed uscir solo.

Talvolta il glutine aderendo imperfettamente e malamente al filo, questo esce dal corpo del baco con delle frange ai lati formate dal glutine stesso agglomerato; in allora si presenta come è delineato in *d* (fig. 158); tal'altra il glutine si raccoglie come goccioline sul filo, a piccola distanza l'una dall'altra, come si vede in *e, e*. Questa stessa figura rappresenta le anse *e, e*, che si osservano non infrequenti nel filo serico, in cui le due bave non aderiscono bene tra loro.

Nel tubo unico il filo è messo a contatto in tutta la sua lunghezza, e il glutine ancor molle si salda lungo di esso, per cui di due fili se ne forma uno solo *b, b* (fig. 158) che mantiene però le apparenze della sua duplice origine. Così formato, è involto dall'esilissimo straterello cereo che serve a riunire i varii

fili tra di loro, a dare solidità al bozzolo e a farlo meglio aderire al luogo che la larva si sceglie per costruirvi la sua serica prigione, infine a meglio difenderla da tutte le vicende atmosferiche che potrebbero recarle danno e mettere in pericolo la vita della crisalide.

CAPO II.

ANATOMIA DELLA CRISALIDE.



ARTICOLO I.

Superficie della crisalide.

(Tav. X ed XI.)

Eccoci arrivati a contemplar questo instancabile baco, che, compiuto il faticoso lavoro di tessere il bozzolo, si prepara ad abbandonare un'ultima volta le spoglie di larva per assumere quelle di crisalide. Il suo esterno annuncia il prossimo mutamento; egli s'accorcia e s'ingrossa, i suoi anelli si avvicinano, si fanno più convessi; la sua posizione è leggermente curvata (fig. 430); sebbene dotato di molta sensibilità, esso sta immobile. Il suo colore annuncia che le parti interne si sono staccate dalla spoglia di larva, e che questa può spaccarsi ed abbandonar la crisalide. E ciò accade in breve; movimenti reiterati fanno cadere quel vecchio capo e quella vecchia pelle, e la crisalide si presenta esteriormente perfetta.

Dico *esteriormente perfetta*, perchè l'esterna è la sola forma che immutabile appartiene alla crisalide; le parti interne appartengono già all'insetto alato, quantunque non ancora completo; per cui alla buccia della crisalide spetterebbe ancor meglio il nome di larva che non al bruco stesso. Alcune parti superficiali però tradiscono le sottoposte, e si può dire che l'insetto perfetto vi fa capolino.

Lo stato di crisalide, anatomicamente parlando, non esiste. Il bruco passa per gradi insensibili allo stato d'insetto perfetto. Fino a quando le mutazioni ponno operarsi senza disturbo delle sue funzioni, esso continua la sua vita di baco, mangiando e nutrendosi; ma allorchè ciò non può più durare, egli sospende i vari atti fisiologici, tranquillo sotto all'involucro della crisalide, unica parte che veramente spetta a questo stadio. Nel primo dì che il baco si è fatto

crisalide, internamente poco differisce dall' antecedente in cui era ancora larva, come di poco differisce l' insetto perfetto dallo stato di crisalide nel suo ultimo giorno.

Appena la crisalide è comparsa fuori del suo involuppo, è molle, d' un giallo citrino, e leggermente umida; ma il contatto coll' aria la asciuga subitamente, e le fa prendere una tinta più oscura, che va sempre crescendo nei primi due o tre giorni: sicchè in questo lasso di tempo il colore vale a distinguerne l' età (1).

La forma del corpo della crisalide (fig. 19, 20 e 21, Tav. II, e fig. 129 e 131, Tav. X) si può rassomigliare a quella d' un fuso o di due coni riuniti per la loro base, prestamente troncati e terminanti con estremità arrotondate. Il corpo, che risulta quindi pressochè cilindrico, è composto per la massima parte di anelli, e va decrescendo verso le sue due estremità.

Solo la metà posteriore del corpo è propriamente composta di anelli, l' anteriore invece di pezzi fra loro saldati, i quali non godono di movimento, come ne godono gli anelli dell' addome. Il corpo mostrasi ineguale per sinuosità, corrispondenti alle parti che vanno formandosi al disotto di quella corteccia coriacea.

Quando la crisalide ha già preso consistenza, nel quale stato io la descrivo, non ha appendici di sorta staccate; ricorderò solo i peli esilissimi che ricoprono piuttosto riccamente la parte ventrale, mentre sono più voluminosi nella dorsale. Circa tali appendici aggiungerò che nella parte ventrale lungo i lati ed equidistanti dalla linea mediana esistono due ranghi semicirculari di brevi uncinetti ricurvi *u, u, u* (fig. 129), i quali corrispondono perfettamente agli uncini descritti nelle false zampe della larva. Essi si osservano nel 7.º, 8.º e 9.º anello, che appunto nel bruco sono forniti di false zampe; quelle del 6.º anello non si veggono, perchè nascoste sotto la buccia delle ali *A, A*. Verso la linea mediana degli accennati tre anelli si riscontra all' interno dei descritti semicerchi d' uncinetti, una macchietta di pigmento nera *v, v, v* che io ritengo essere tracce di quel cerchietto nero che circonda la falsa zampa. Nel 5.º anello sui lati del dorso esistono vestigia delle due macchiette semilunari *r, r* (fig. 131), impiecolite.

L' addome ad anelli corrisponde al 4.º anello della larva e successivi fino al 12.º; la parte anteriore è in corrispondenza alla testa del baco ed a' suoi tre primi anelli assai dilatati.

Dalla parte del dorso tutti i nove anelli addominali sono visibili; i primi tre però, coperti in parte dall' espansione delle ali, sono poco palesi; infatti dal lato

(1) Questo colore ($\chi\rho\rho\delta\delta\gamma$: oro) giustifica il nome che gli antichi diedero a questo stadio della vita degl' insetti. Il colore si fa più carico nella progressione che segue: la linea dorsale mediana, l' estremità posteriore, e poi l' anteriore; il ventre è l' ultimo ad acquistare il bruno oscuro.

del ventre, il 4.°, il 5.° ed il 6.° sono affatto nascosti (fig. 129). Talvolta però quest'ultimo è visibile un poco nel suo margine posteriore, come tal'altra invece è un po' coperto il 7.° nel suo margine anteriore.

Il 1.° anello visibile dell'addome tien dietro direttamente al pezzo *A* (fig. 131) del corsaletto. La sua superficie è piuttosto irregolare; il 3.° poi è fortemente smarginato sulla linea mediana nel lato anteriore.

Il 5.° anello (2.° addominale) è parimenti non completo, ma si presenta più regolare nell'andamento de' suoi margini; è convesso anche nel senso longitudinale della crisalide, e in vicinanza al punto che si nasconde sotto l'espansione aliforme ed al suo margine anteriore porta il primo pajo visibile di stigme.

Il 6.° anello (3.° addominale) è più visibile; esso porta il 2.° pajo visibile di stigme.

Gli anelli 7.°, 8.°, 9.° e 10.° (4.°, 5.°, 6.° 7.° addominali) non offrono alcuna particolarità, tranne la loro forma decrescente onde costituire il corpo ovoideo; dessi presentano rispettivamente il 3.°, 4.°, 5.° e 6.° pajo visibile di stigme.

Nell'undecimo anello, assai più piccolo di quelli fino ad ora accennati, esiste una debolissima traccia del 7.° pajo di stigme visibili. Null'altro offre di singolare, tranne che l'impressione *z* (fig. 129, 11.° anello) nella parte ventrale che produce una soletatura lungo la linea mediana.

Il 12.° anello (9.° addominale) chiude la serie degli anelli del corpo, e corrisponde all'ultimo del corpo della larva. La sua superficie è sparsa di sinuosità, le quali rappresentano le tracce delle tre appendici offerte dall'ultimo anello. Sono queste saldate e mostrano quanto la pelle della crisalide sia una semplice modificazione della pelle della larva. Esiste pure una piccola depressione in corrispondenza all'ano.

La parte anteriore del corpo è la più svariata, specialmente nella parte inferiore e addominale; in essa riscontransi le tracce delle appendici toraciche e cefaliche dell'insetto perfetto.

La maggiore superficie è occupata dalle appendici aliformi *AA* (fig. 129), che lasciano quella parte del corpo nella sua porzione ventrale. Queste vengono a contatto lungo la linea mediana nella loro parte posteriore; anteriormente si divaricano, lasciando fra di loro uno spazio cordiforme, il quale, procedendo dall'esterno all'interno, è occupato primieramente dalle eminenze *B, B* (fig. 129), rappresentante il 3.° pajo di zampe dell'animale perfetto, che scorrono nelle loro estremità per qualche tratto accanto l'una all'altra. Poi sempre internamente succedono le eminenze *C, C*, corrispondenti al 2.° pajo di zampe, e finalmente più all'interno le eminenze *D, D* in corrispondenza al 1.° pajo.

Mentre le eminenze *B, B* e *C, C* si toccano lungo la linea mediana solo nella

loro estremità posteriore (che corrisponde ai tarsi), le eminenze *D, D* si toccano in tutta la loro lunghezza. Le due eminenze tondeggianti *E, E* corrispondono agli occhi dell'insetto perfetto, e le lunghe eminenze *F, F*, che abbracciano tutte le parti fino ad ora indicate, corrispondono alle antenne dell'insetto perfetto.

Fra gli occhi esiste una piastra *G*, quasi quadrata, con un'impressione triangolare nel centro che corrisponde ai palpi mascellari dell'insetto perfetto.

La parte anteriore della crisalide ora descritta sta in corrispondenza coi tre primi anelli della larva; e mentre inferiormente presenta le accennate eminenze, superiormente consta d'uno scudo coriaceo convesso in tutti i sensi, ellittico, col massimo diametro (dal lato del dorso) trasversale. Nessuna traccia qui si riscontra dei tre anelli primitivi; vi si osservano invece tre paia di scaglie, che solamente pel numero, e non per la forma e la proporzione, si potrebbero riferire ai tre anelli d'origine.

La piastra dorsale *A* (fig. 131), corrispondente al corsaletto dell'insetto perfetto, si attacca ai lati alle due espansioni *A, A* (fig. 129), *B, B* (fig. 131), che ognun vede corrispondere alle ali, nuovi organi caratteristici dell'insetto perfetto. Le espansioni *A, A* (fig. 129) offrono le nervature che posseggono appunto le ali, nervature che stanno modellandosi nello stadio della crisalide.

Tra la base delle antenne havvi uno spazio che è occupato dalla porzione anteriore del capo del futuro insetto.

Sono queste le parti che riscontransi degne di maggior rimarco sulla superficie della crisalide, la cui teca è di sostanza chitinoso, comportandosi agli alcali come appunto si comportano le sostanze in cui entra la chitina.

Mentre all'esterno tutto è quieto nel corpo della crisalide, nel suo interno invece ferve il movimento e la rigenerazione delle parti. Sono appunto le metamorfosi che subiscono in quest'istante i principali organi del bruco che formano l'argomento di ciò che segue.

ARTICOLO II.

Istologia e formazione dei principali organi dell'insetto perfetto sotto le apparenze della crisalide.

(Tav. X, XI e XIII.)

Appena il baco da seta cessa di lavorare, preparasi alla sua quinta muta. Ment'esso intende tuttavia al suo lavoro, i suoi organi interni cominciano già a modificarsi ed a passare allo stato di insetto perfetto. È solamente alla periferia del corpo, cioè sotto la cute, che si va organizzando uno strato

dermico, che si farà esterne appena caduta l'ultima spoglia della larva; il quale strato costituendo la cute della crisalide, dovrà alla sua volta cadere perchè ne sorga l'animale perfetto. Il mutamento delle parti interne segna quindi soli due stadii; quello di larva e quello d'insetto perfetto: ed è a quest'ultimo che si preparano gli organi specialmente dal momento in cui l'intestino si è svicolato di tutti gli escrementi che sarebbero riusciti materie eterogenee ed estranee.

Il baco da seta appena ha finito di filare, presenta l'aspetto offerto dalla figura 130. La sua pelle si fa grossa e coriacea, e si stacca dalla nuova che va formandosi di sotto. Le zampe membranose ed il cernetto caudale si vuotano e si essiccano.

Formazione della pelle della crisalide. — La nuova pelle che sta formandosi è ancora appena abbozzata, e già costituisce quella che ho descritta come propria della crisalide; essa ha origine da tante cellule che appajono in uno strato granuloso di citoblastema condensato; granulose esse pure nel loro contenuto, ma a granuli più costipati. Vedute ad un forte ingrandimento (560 volte), trovasi il loro contenuto distare sulle prime dalla membrana cellulare in quell'epoca ancor palese. Dopo due giorni circa dalla sospensione del lavoro, le cellule non sono più riconoscibili nella pelle della crisalide, ma formano esse delle piastre analoghe a quelle già notate nella pelle del baco, assai più intense di colore, più stipate, più grosse, che parimenti si fondono, non lasciando della primitiva loro separazione che qualche debole traccia.

La membrana esterna della crisalide appena formata è d'un giallo citrino delicatesimo, trasparente, molle assai. Essa forma, in corrispondenza delle divisioni, delle forti duplicature, che servono alla reciproca articolazione de' vari anelli mobili dell'addome, nelle quali la membrana non acquista durezza neppure in seguito.

1.^o *Metamorfosi del tessuto cellulare.* — Prima di progredire nella descrizione di queste modificazioni che le interne parti del baco stanno per intraprendere, è necessario accennare che esse si operano tutte a spese del tessuto cellulare o adiposo, il quale a ciò si dispone onde fornire gli elementi per la formazione delle novelle parti.

Il tessuto cellulare nel baco da seta e in qualsiasi larva è un ammasso di globuli o cellule fortemente stipate fra di loro (fig. 146 e 147), che formano tanti fiocchi o lembi di varia forma involgenti tutti quanti i visceri. Questi lembi o lobuli, nei quali penetra quasi sempre una trachea che vi porta l'aria necessaria alla loro vita, non tutti si modificano, ma la massima parte di essi si scioglie per passare nella sostanza degli altri organi. Siccome la crisalide non prende alimento, apparisce chiaro che le modificazioni che subisce debbono

farsi a spese di parti già esistenti nel suo corpo. I lobuli perdono quindi la loro compattezza, ed il tessuto adiposo risolvesi in piccoli ammassi *a, a* (fig. 144) che risultano di un piccolo numero di globuli adiposi disposti all'intorno, alla loro volta poi uniti a cellule granulose *b, b'*, aventi un piccolo nucleo. Disaggregandosi questi globuli con moltissima facilità, ne viene un grave inconveniente nella sezione della crisalide e della farfalla, nelle quali il tessuto cellulare si risolve in una polvere o nebbia che vela notabilmente gli organi che si anatomizzano.

I globuli qui descritti mi pajono ben differenti dalle cellule peritracheali o peritoneali accennate del professore De Filippi, nè credo che esse passino dai lobuli del tessuto cellulare nello spazio intermembranulare: di che darò ragione più avanti descrivendo le metamorfosi delle trachee. Il distinto anatomico di Torino ciò credette, forse perchè non vide la formazione della membrana spirale che si costituisce a spese delle cellule di nuova formazione che si addossano alla vecchia spira. Le cellule infatti veggonsi copiose solo nell'atto della muta della pelle o dell'ultima spoglia; che se servissero alla respirazione, dovrebbero vedersi sempre, ed anzi in minor copia, nel momento della muta nel quale la respirazione è quasi sospesa.

2.° *Formazione delle trachee.* — Le trachee (la cui struttura fu già descritta), nel mentre che il baco preparasi alla metamorfosi della crisalide, e già quando fila il bozzolo, offrono un aspetto singolare.

A ridosso della spira esistente cominciano ad addossarsi delle cellule oblunghe *b, b* (fig. 166), chiaramente nucleate, le quali a poco a poco aumentano in numero, finchè coprono totalmente la spira. Questo fenomeno è lo stesso che riscontrasi tra una muta e l'altra, coll'unica differenza che tra le mute esso ha per effetto la formazione di trachee analoghe all'antecedente, mentre nella crisalide si generano trachee alquanto diverse. Nel tempo che scorre fra una muta e l'altra queste cellule sono rare assai, come notò il professore De Filippi⁽¹⁾, e stabiliscono il principio del processo di formazione della nuova spira.

Il professore De Filippi, preoccupato dalla sua idea che queste cellule siano modificazioni del tessuto cellulare o adiposo destinate alla respirazione, non diresse le sue osservazioni sulle epoche della loro maggiore o minore comparsa, nè parla menomamente della muta di tutta la spira della trachea contemporanea alla muta della pelle, la quale muta richiede che i materiali si agglomerino intorno alla vecchia spira, e ne costituiscano la novella. Queste cellule

❧(1) *Osservazioni anatomico-fisiologiche*, ec. T. 1, fig. 1.

s'agglomerano quindi di preferenza quando comincia a diminuire l'attività della respirazione che precede il letargo.

L'ammasso di cellule si osserva sempre, ripeto, in ogni muta di trachee, ma è assai più manifesto nell'ultima, quando, cioè, nel baco sottentrano le trachee proprie all'insetto perfetto che hanno spire assai più ampie e fra loro distanti (fig. 168), che differiscono molto da quelle del baco. Le spire o giri della membrana spirale distano assai l'una dall'altra, e la membrana esterna che scorre fra esse è leggermente striata, e perciò molto più dilatabile.

Le cellule di mano in mano che vanno fondendosi per dar origine alle nuove spire, diminuiscono di numero e stanno aderenti alla nuova membrana che vanno formando: per cui si può desso isolare dalla sottoposta vecchia spira ed averla isolata colle proprie cellule formative aderenti *b, b* (fig. 166). Levata questa nuova membrana, si presenta la vecchia spira denudata, quale la offre la figura 167. La spira interna dista molto dall'esterna (fig. 165).

3.° *Formazione dei muscoli.* — I muscoli tanto nell'embrione quanto nella crisalide traggono origine da cellule. In questo ultimo caso però precede lo sfacimento dei muscoli preesistenti nel baco.

a) Distruzione dei muscoli esistenti. — I muscoli del baco da seta che s'avvicina a mutarsi in crisalide, diventano fragilissimi: le fibre longitudinali diminuiscono, le trasversali si fanno più palesi pel loro raggrinzamento (fig. 173). Le fibre perdono la coerenza, e si fanno tortuose, rigonfiandosi qua e là. In seguito i muscoli vanno in lembi; le loro attaccature si rilasciano e tutto il tessuto si risolve in polvere organica che deve sotto nuove forme essere espulsa. Questa va a costituire i corpuscoli oscillanti (ematozoidi di Guerin-Ménéville), di cui abbondano i vasi renali del bruco della crisalide e della farfalla.

b) Formazione dei muscoli nuovi. — I nuovi muscoli traggono origine da cellule nucleate *u, a, a* (fig. 170), provvedute da una membrana. La formazione dei muscoli venne da me studiata su quelli dell'esofago; ed osservai le cellule stesse che debbono formare le nuove fibre muscolari aderire alla membrana anista che sta internamente a questo canale.

Le cellule prime *a, a, a* (fig. 170) compajono rotonde; a poco a poco si fanno oblunghe (*b, b, b*), e contemporaneamente a tale loro allungamento vedonsi apparire delle fibre nel senso della loro lunghezza. Queste fibre si fanno gradatamente assai più pronunciate, e in pari tempo quelle compajono trasversali (*c, c, c*). Le cellule così allungate, che ponno già dirsi fibre muscolari, tranne che hanno ancora le loro estremità primitive tondeggianti, si dispongono accanto le une alle altre, e formano il tessuto de' muscoli che stanno a strati od a fasci, secondo la località ove si formano. I muscoli sono provveduti di

abbondantissime trachee; chiaramente apparisce che l'aria ha grande influenza nella metamorfosi de' tessuti *D, D* (fig. 174).

4.° *Formazione delle membrane delle ale.* — Appena che la larva assume la forma di crisalide, la membrana dell'ala è già abbozzata; essa sta accartocciata sotto il corrispondente rialzo che presenta all'esterno la spoglia della crisalide.

La membrana dell'ala si forma mediante la fusione di cellule che col loro contenuto granuloso ne costituiscono la trama. Tale membrana è duplice, consta cioè di due strati o pagine le une addossate alle altre. Quando queste membrane si formano, nuotano entrambe nel liquido che bagna tutti i visceri, e nel cui seno produconsi continuamente delle cellule *a, a* (fig. 176) che vanno ad ingrossare le pagine su cui s'addossano.

In mezzo a queste pagine, le cellule stesse che già si disse formare su le vecchie le nuove trachee, danno primitivamente origine ai tronchi tracheali *b, b, b* (fig. 176), quelli che costituiscono il centro o l'asse delle nervature delle ali. L'andamento di queste trachee è affatto particolare; esse si suddividono ad angolo acutissimo per portarsi colle loro estremità *b', b', b'* al margine libero dell'ala *M, M*.

Lo strato esterno dell'ala, ossia lo strato squamoso, formasi da cellule particolari che, aderenti nella pagina esterna delle due membranelle, si allungano, rigonfiansi ad una estremità, prendendo in genere l'aspetto ampolliforme *a, a* (fig. 177), che varia però secondo la forma che deve assumere la squama. Queste cellule si schiacciano, si allungano, l'aspetto ampolliforme *a, a* (fig. 179) si restringe, e nel loro interno si depone materia chitinoso che le rende solide e dure; quelle del margine libero hanno già preventivamente la forma assai allungata (fig. 180). L'estremità poi è libera; tutte queste squame si fanno frangiate sempre più, come si può vedere in *A, B, C, D* (fig. 185). Per amore di brevità, e specialmente perchè di nessuna importanza, non mi estenderò a descrivere partitamente la loro forma, che varia moltissimo secondo le regioni che debbono coprire, come è facile persuadersene osservando le figure 181, 182, 184, 186 e 187.

5.° *Metamorfosi degli organi.* — Gli organi di cui si compone il corpo del baco da seta, nel mentre soffrono le interne modificazioni che ho indicate nelle fibre muscolari e nelle trachee, non che nelle membrane che concorrono a formarli, assumono forme differenti e si preparano a costituirsi come noi li troveremo nell'insetto perfetto.

a) Apparato digerente. — Il tubo intestinale comincia ad accorciarsi mentre che il baco sta ancora tessendo le ultime fila del suo bozzolo (fig. 145). I varii stadii per cui passa quest'apparato sono indicati dalle figure 137, 135 e

133, nelle quali è delineato in tre diversi periodi. Nella figura 137 è rappresentato ad un giorno dall'incrisalidamento; nella figura 135, a tre giorni; nella figura 133, a cinque giorni.

In quest'ultima figura si vede il tubo intestinale accorciarsi sempre più, mentre che contemporaneamente si stringe. Dapprima è grosso quasi come nel baco (fig. 137), e liscio nella sua superficie. Il cordone muscolare del dorso è ancora visibile e duplice. Le due attaccature muscolari superiori *Z, Z* (fig. 137) dell'intestino sono qui allungate, stante che lo stomaco si deve portare nella cavità dell'addome e quindi assai lontano dal capo ove tuttavia rimane l'estremità anteriore dell'esofago. Il cieco comincia a modificarsi, assumendo un diametro minore del restante dell'apparato digestivo, incominciando dall'inserzione dei vasi malpighiani fino all'estremità anale. I suoi rigonfiamenti sono ancora visibili, ma assai diminuiti.

Frattanto s'allunga sempre più l'esofago, e s'accorcia lo stomaco. Un secondo stadio di questa modificazione può essere fissato, in corrispondenza a quanto vedesi di profilo nella figura 141.

I vasi renali si staccano più o meno presto dall'intestino cui aderivano. Talvolta rimangono ancora aderenti, mentre che il tubo si è già di molto raccorciato; tal'altra, al contrario, si staccano già mentr'esso è ancora lungo. Ad ogni modo è effetto ultimo delle indicate modificazioni il distacco reale di questi vasi (fig. 133). Giacciono essi allora di preferenza ai lati dell'intestino, stante che le parti posteriori di questo sono occupate dagli ovarii.

L'intestino frattanto continua ad assottigliarsi; e come il corpo s'abbrevia, esso si fa circonvoluto. Arrivata poi la metamorfosi presso al suo compimento, vedesi lo stomaco essersi raccorciato d'assai, non essendo più lungo del doppio della sua larghezza (fig. 133), e i suoi vasi malpighiani essersi staccati da quello. La superficie del tenue, dapprima vellutata, si fa in seguito liscia, e raggiunge lo stato in cui deve arrestarsi.

Lungo l'esofago, durante queste modificazioni, sorge la vescica aerea *C* (fig. 141 e 133) che si sviluppa dapprima come una bolla, come un rigonfiamento prodotto dalla tunica esterna dell'esofago. La tunica media non vi prende parte, dal che ne nasce che continuando questa a costituire un canale esile anche in quella corrispondenza, l'interno della cavità della vescicola aerea (*ventricolo succhiante* degli anatomici tedeschi) non è in comunicazione col condotto dell'esofago, e quindi neppure col ventricolo, nè coll'estremità anteriore del tubo esofageo che riesce alla bocca; la quale mancanza di comunicazione non deve sorprendere nelle farfalle tutte, che non succhiano durante il loro stadio perfetto. Questa vescicola potrebbe qui, solamente per analogia, conservare il nome

di ventricolo succhiante. Io non feci in proposito osservazioni comparative; trovo però che il professore De Filippi non rinvenne comunicazione alcuna tra di essa e l'apparato digerente, neppure in alcune specie che aspirano il nettare de' fiori. Questa vescicola va presto crescendo di volume, come è dimostrato in *C* (figura 133). La sua primitiva struttura consta di cellule discoidali (fig. 148) schiacciate, che si saldano completamente, perdendo alla fine ogni traccia della forma originaria (fig. 149). È grande l'esilità delle pareti, le quali nella sezione presentansi d'uno splendore argentino singolare. La vescicola aerea continua ad aumentare di volume, sicchè col progresso della metamorfosi viene ad occupare tutta la parte anteriore della cavità addominale. Anzi, in seguito all'espulsione delle uova, la occupa quasi interamente, per cui tagliando una farfalla morta spontaneamente, si vede tutto il suo addome occupato da un'ampia cavità, le cui pareti sono tappezzate dalla membrana della vescicola aerea.

L'aria è da considerarsi come una secrezione particolare, non penetrandovi dall'esterno per nessuna apertura.

Alla fine mi parve di osservare che anche l'esofago si chiuda alla sua entrata nello stomaco, e che questo termini cicco nella sua estremità anteriore, come lo dimostra la figura 142.

b) Metamorfosi del sistema nervoso sotto le spoglie della crisalide. — Poche parole basteranno alla descrizione del passaggio del sistema nervoso dallo stato in cui trovasi nella larva in quello che è proprio dell'insetto perfetto. I disegni offerti nella Tavola XIII (fig. 217 a 223), eseguiti nella proporzione di quattro volte il vero, tengono luogo di qualunque descrizione. Essi mostrano come ogni parte si modifichi nei vari stadii delle metamorfosi, le quali consistono in un accorciamento di tutta la catena gangliare, e nella soppressione di alcuni ganglii, soppressione che può aver luogo in due guise; o colla fusione di parecchi ganglii in uno solo, o colla scomparsa reale di alcuni di essi lungo il filamento che li offriva. Questa metamorfosi continua anche durante la vita dell'insetto perfetto, la cui catena nervosa si risolve sempre più. Qui adunque mi limiterò ad indicare i principali cambiamenti che si possono notare e i principali corollarî che se ne ponno dedurre.

La catena gangliare s'accorcia già intanto che il baco sta tuttavia tessendo il bozzolo, e mentre esternamente il suo corpo non si palesa ancora nello stadio di accorciamento.

Appena compiuta la metamorfosi del baco in crisalide, ed appena che il corpo ha raggiunto la lunghezza dell'insetto perfetto, anche la catena gangliare raggiunge il suo massimo accorciamento, il quale si effettua a spese dei cordoni connettivi od intergangliari, i quali tutti si abbreviano proporzionatamente, per cui fino al detto periodo il numero de' ganglii si mantiene lo stesso.

Il 2.° ganglio (1.° sotto-esofageo) si porta avanti e finisce per sottoporsi al ganglio che rappresenta il cervello. A questo ganglio soltanto spuntano le prominenze anteriori che sopportano i nervi antennali. Alla fine il 4.° e 5.° ganglio si fondono insieme, il 6.° scompare quasi totalmente, il 7.° e l'8.° rimangono, il 9.° scompare, il 10.° rimane, l'11.° scompare, ed il 12.° e 13.° si fondono insieme, non conservando più traccia della loro duplice origine.

Per ciò che concerne il sistema nervoso dell'insetto perfetto vedasi più avanti l'articolo corrispondente.

c) Metamorfosi del sistema riproduttore. — È forse questo il sistema soggetto a maggiori mutazioni durante la vita della crisalide. Le capsule genitili che nella larva, come fu già detto, contengono esclusivamente le parti che debbono costituire l'apparato riproduttore, si aprono e lo lasciano uscire onde si sviluppi e raggiunga il suo stato perfetto.

Appena la crisalide compare nel bozzolo, negl'individui femminei si osserva che dalla capsula ovarica discendono i quattro ovarii (fig. 132), le cui estremità già stanno raccolte sotto la membranella di essa, e precisamente in corrispondenza del cordone che si disse poter essere paragonato al *gubernaculum testis* degli animali superiori, in cui gli organi genitili escono dalla cavità del ventre.

Dapprima i quattro ovarii stanno raccolti e dritti (*a, a''*, fig. 132), mentre sono ancor brevi; in seguito, coll'allungarsi, si fanno tortuosi (*a', a'*). Il filamento che li guida nella loro discesa, mentre nel primo caso era esile e lungo (*b*), nel secondo si fa breve e grosso (*b'*).

È questo filo che accorciandosi sempre più ed ingrossandosi, offre poi dei prolungamenti e produce gli organi accessori, come si vedranno descritti nel seguente Capo che tratta dell'anatomia della farfalla.

Frattanto nella figura 133 veggonsi abbozzate queste parti, e si mostra come gli ovarii abbiano raggiunta l'estremità posteriore dell'addome e possano così essersi messi in rapporto colle pareti di questa cavità ed aperti all'esterno.

La membrana delle capsule ovariche a poco a poco si distrugge ed al luogo di essa veggonsi le quattro estremità d'origine dei quattro tubi ovarici *A* (figura 136), tutte ripiegate, terminata ciascuna da un'espansione romboidale. Riunite desse insieme rappresentano ancora la forma della capsula ovarica che le racchiudeva. Separato l'ovario a quest'epoca, vedesi formato di due membrane molli e terminare nella espansione *A* (fig. 138). Nell'interno, nell'estremità affatto terminale, mostransi ancora dei germi *B, B*, che non matureranno mai.

Formazione delle appendici. — Le appendici si compongono di membranelle esilissime, le quali presentano la forma dell'organo cui danno origine, e nelle quali si depositano ed entrano quei materiali che debbono costituire l'organo

che di là trae principio. È parimenti una membranella esilissima che forma le zampe, una membranella esilissima che forma le antenne, una delle quali è rappresentata dalla figura 171, ove si vede l'interna cavità percorsa da una trachea che dà origine all'asse dell'antenna; da questa partono delle trachee secondarie, finissime, di cui in breve si perde la traccia, e che costituiscono l'asse delle barboline di cui consta ogni antenna.

In tutte queste parti, che debbono poi divenire coriacee, presto si depono la chitina, e si fanno opache e dure.

CAPO III.

ANATOMIA DELLA FARFALLA.



ARTICOLO I.

Superficie del corpo della farfalla e sistema cutaneo.

(Tav. II, XI e XII.)

L'esteriore del *Bombyx mori* richiama quello dei bombici affini, e basta gettare un'occhiata sulle figure 22 e 23 della Tavola II per averne un'idea. La figura 22 rappresenta la femmina; la figura 23, il maschio. Se anche si eccettuino le parti genitali che ne' due sessi differiscono anche esternamente, ciò che sarà argomento ad ulteriori osservazioni, in questa specie riscontransi altri caratteri che ne distinguono i sessi: e dapprima il volume del corpo e la forma dell'addome nella femmina, il quale è assai più ampio e tondeggiante, mercè la preponderante massa delle uova che in sè racchiude. Per lo stesso motivo l'addome è piatto inferiormente, e poggia pesante e abbandonato sul piano che sostiene l'animale. L'addome del maschio all'incontro è più esile, più cilindrico, e termina più troncato. Le antenne sono più lunghe nel maschio che nella femmina, e danno alla fisionomia di quello (mi sia lecito usar questa voce parlando della faccia d'un insetto) un non so che di furbesco che non si vede nella femmina (1).

Nello stato di vita tutti i movimenti sono pure assai più svelti nel maschio, che non nella femmina, la quale si muove con difficoltà.

(1) Ho già notato che i disegni delle ali sono più marcate ordinariamente nel maschio che nella femmina.

Delle squame. — Il corpo del bombice è tutto coperto dalle squame proprie ai lepidotteri; e quelle che riscontransi sul bombice del gelso lo fanno collocare senza esitazione tra i lepidotteri notturni. Sono esse assai lunghe, specialmente sul corpo, e poi ancora sul corsaletto, variando di forma nelle diverse parti del corpo che si prendono ad esame.

Altrove venne già descritto il modo di formazione delle squame nella crisalide, e come esse risultano di cellule epiteliali che si modificano secondo le parti, assumendo le varie forme che riscontransi nell'animale perfetto.

Tutte le squame si risolvono in un peduncoletto col quale si articolano sulla pelle, ed in una espansione che succede al peduncolo ora filiforme, ora fogliaceo, nella quale appunto stanno le differenze che presentano le squame.

Ora ci rimane a dire qualche cosa del modo d'inserzione delle squame, della loro intima struttura, e della loro forma.

Del tubo squamifero. — Se si confica un'ala, o una porzione qualsiasi del corpo della farfalla, in modo che le squame ne cadano, si osserva in primo luogo che difficilmente si può pulirne affatto una data porzione; qualche squama vi rimane sempre, la quale è di sommo aiuto onde conoscere il modo di attaccatura di tutte. Nel sito ove le squame vennero levate veggonsi tante prominenzette *a, a*, (fig. 173), disposte in serie alternate, che hanno una forma particolare e servono di fulcro e di attaccatura alle squame. La forma di tali prominenze è quella d'un piccolo tubetto, che dall'ufficio suo chiamasi *tubo squamifero*.

Questo tubo ha la forma conica *g* (fig. 183), ma nell'elevarsi sulla sua base *e* si fa rapidamente stretto, per poi continuare un poco cilindrico.

La base del tubo squamifero è circondata da un orletto saliente, e il suo apice termina con un orletto *f*, nel cui centro esiste una piccola cavità emisferica nella quale si ricetta il peduncolo della squama. Il tubo stesso poi s'innalza obliquo sulla sua base, e da questa obliquità dipende lo starsene le squame adagiate le une sulle altre, embricate come le tegole de' nostri tetti.

Struttura delle squame. — La figura 183 rappresenta la struttura delle squame del bombice, che si compongono di tre lamine. È assai difficile il poterle veder tutte, il che se qualche volta si consegue, è più per effetto del caso che degli sforzi dell'osservatore.

1.° *Membrana inferiore.* — La inferiore di tutte, *a, a*, quella che nelle squame delle ali ne tocca la superficie, è la più stabile; essa esiste sempre e sembra formare come la base della squama su cui sono tese le altre membrane. Nelle farfalle diurne questa laminella riflette al microscopio i colori dell'iride, ciò che non succede delle squame del bombice.

2.° *Membrana media.* — La membrana media *b, b* è forse la più difficile a vedersi e la si discerne piuttosto dall'analogia del modo d'agire della natura, che dall'averla potuta isolare. È dessa che porta le striature longitudinali le quali, quasi corde d'un'arpa, sono tese sulla membrana inferiore. Nè credo che queste striature, quasi cilindretti, siano adagiate sulla membrana inferiore senza essere unite tra di loro per qualche leggerissimo e trasparentissimo straterello.

3.° *Membrana superiore.* — La membrana superiore *c* è quella che porta le granulazioni, per cui sono così ornate le squame nella loro parte superiore. Queste granulazioni, o fine striature trasversali, sono allineate, e decorrono tra mezzo alle striature longitudinali della membrana media. Intorno alla dubbia esistenza della seconda membrana, si potrebbe supporre che le sue striature longitudinali fossero collocate sulla membrana delle granulazioni, e che allora la squama non constasse che di due sole membrane. A questa supposizione però si oppone il veder talvolta in squame appositamente malconcie degli spazii in cui esistono solamente la membrana inferiore e le striature della media. La membrana esterna superiore è palesamente tale; ove ella esiste, la squama è assai più opaca, per cui è manifesto che concorre ad aumentarne un poco lo spessore.

Forma diversa delle squame. — Le squame variano assai di dimensione e di forma secondo la regione del corpo su cui poggiano: così sul corsaletto ed ai lati di esso esistono lunghe e filiformi (fig. 187), senza espansione di sorta: sono fiocchetti che coprono l'attaccatura delle ali.

È da notarsi che generalmente sono dentellate le squame che poggiano su parti affatto prive d'articolazione; mentre invece sono tondeggianti nei loro margini ove le parti si articolano e conficano tra loro. Avrei desiderato, dietro l'esempio di altri scrittori, di estendere le mie osservazioni e dar conto delle moltissime differenze che riscontransi nelle squame delle diverse regioni; ma stringendo il tempo prescritto dal Programma, devo limitarmi a qui indicare le differenze più marcate, quali appajono dalle sotto accennate figure.

Squame delle ali (fig. 184). *A, A* squame della massima parte della superficie dell'ala; *B, B*, di alcune linee, specialmente delle oscure; *C, C*, delle centrali.

Squame del margine libero dell'ala (fig. 182), tutte molto dentellate; alcune, *A, A*, a tre dentellature; altre, *B, B*, a quattro; altre finalmente, *C, C*, a cinque. Lo sviluppo delle squame è talvolta imperfetto, e le dentellature incomplete, come si vede in *X*.

Squame del corsaletto, specialmente ai suoi lati e sulla squama della spalla (fig. 187).

Squame dell'addome superiormente (fig. 186).

Squame delle zampe negli articoli basilari (fig. 181).

Del capo della farfalla. — Il capo della farfalla è la parte più piccola delle tre principali di cui si compone il corpo dell'insetto. Esso giace nella sua regione estrema anteriore, articolato sul vicino corsaletto; è più largo che alto o lungo (1), e si compone di pezzi solidi, quali pari, quali impari; questi ultimi collocati sulla linea mediana, quelli ai lati.

Occhi. — I due pezzi che sorprendono maggiormente e che si presentano ai lati del corpo come due globuli convessi, neri, complicatissimi nella loro struttura, sono gli occhi, dei quali si parlerà diffusamente nell'articolo che tratta del sistema nervoso della farfalla, cui i detti due globuli neri *o, o* (fig. 216) appartengono costituendo l'apparato della visione, colle loro grandi *cornee*, o cornee composte.

Squama frontale. — Le quali *cornee* sono separate tra loro da una lamina coriacea *B* (fig. 215) che, veduta di fronte, presentasi irregolarmente quadrangolare, con due margini leggermente arenati, che s'accompagnano colla convessità delle cornee, con un margine inferiore *A*, avente un orlo convesso e due leggere smarginature ai lati, e con un margine superiore *C* (fig. 191), parimente convesso, ma la cui convessità si può risolvere in tre lati, a due dei quali stanno le antenne. È questa la *squama frontale*, di superficie ineguale, nella quale si osservano due infossamenti principali, uno appena sopra l'orletto del margine inferiore, l'altro più superiormente; è tutta coperta di squame.

Squama occipitale. — Al di dietro della squama frontale ne sta una seconda impari che chiude posteriormente il capo, la quale per la sua posizione e per il suo ufficio è detta *squama occipitale*. È dessa appena un po' visibile nella figura 191; per vederla meglio è d'uopo staccare il capo ed osservarla nella parte che corrisponde al corsaletto. Questa squama s'unisce per una salda sutura alla frontale; la qual sutura ai lati del corpo, al disopra degli occhi, presenta due aperture donde escono i muscoli ed i nervi che penetrano nelle antenne, ed al loro orlo s'articola il pezzo basilare *D* delle antenne stesse. L'articolazione della testa col corsaletto si opera mediante una piccola membrana.

Delle antenne. — Come si è detto, le due squame frontale e occipitale presentano ai lati due aperture in cui s'impiantano le antenne. Attorno a queste aperture le due squame sopra indicate s'infossano un poco, sicchè le antenne sorgono dal centro di una depressione.

(1) In queste dimensioni intendo sempre la farfalla in riposo sulle sue zampe. La larghezza è trasversale, la lunghezza longitudinale, l'altezza è verticale.

Le antenne *A, A* (fig. 216) del bombice del gelso appartengono alla sezione delle pettinate; constano, cioè, d'un'asta, da cui partono, come le barbe d'una penna, due serie di fili, isolati e lunghi quasi i denti d'un pettine. La lunghezza delle antenne, tra le esterne convessità delle cornee che distano di $0^m,0045$, è di $0^m,007$, quasi il doppio della larghezza della testa. La squama frontale tra gli occhi è larga quasi $0^m,002$.

Le antenne constano di tanti articoli o pezzi articolati fra loro; i quali sono paragonabili ad anelli cornei che s'uniscono coi contigui mediante un anelletto membranoso, assai basso e che permette una grande mobilità. Questi pezzi, impropriamente chiamati vertebre da Lyonet, variano in numero, non solo da un individuo all'altro, ma ancora da un'antenna all'altra dello stesso individuo, oscillando tra i 34 e i 36, escluso il pezzo basilare e il primo articolo che a lui succede.

Articolo basilare. — L'articolo basilare *a* (fig. 211) si distingue pel suo volume e per la sua forma conica, coll'apice troncato rivolto al capo, e la base all'antenna. Sorgendo, si mantiene un poco cilindrico, indi s'allarga; l'orlo della base è tondeggiante e tagliato in isbieco; la sua lunghezza è $0^m,0008$.

Primo articolo. — Il primo articolo dell'antenna, che poggia direttamente sopra la base, è un semplice anello tondeggiante, privo affatto di appendice; è medio in grossezza tra le basi dell'antenna e tutti gli articoli seguenti.

Articoli delle antenne. — Da questo primo articolo comincia la serie di quelli offerti in ambo i lati da due prolungamenti filiformi arcuati, che dopo breve tratto terminano in punta. Sono essi altrettanti anelletti conici *a, b, c* (fig. 213), colla base verso l'estremità dell'antenna, e l'apice tronco verso il capo. La base ha il margine convesso e il centro incavato, in cui s'articola il pezzo susseguente. Dal margine convesso d'ogni pezzo partono trasversalmente, come lo indica la figura 216, le appendici filiformi, che brevi dapprima, vanno crescendo in dimensione fino alla 6.^a o 7.^a, dopo di che si mantengono d'una medesima lunghezza ($0^m,001$) per lungo tratto; poi cominciano a decrescere, finchè verso l'estremità dell'antenna sono appena mareate. Tali appendici, graziosamente ricurve in basso ed in avanti, danno alle antenne non poca eleganza. L'impianto delle appendici sull'articolo corrispondente non s'opera sul prolungamento del diametro trasversale, bensì in corrispondenza d'un segmento inferiore (fig. 212). Ond'è che, facendosi una sezione trasversale dell'articolo e della corrispondente appendice, si vede che la massima parte del cilindro rimane superiore all'inserzione di essa.

Osservando l'interna struttura di questa parte ad un forte ingrandimento, si vede che la cavità *A* (fig. 212) d'ogni articolo non è circolare, ma elittica

trasversalmente. La parete corrispondente al segmento massimo è più grossa che non la parete corrispondente al piccolo segmento, inferiore e posta fra l'inserzione delle appendici *d, d*.

La superficie superiore dell'articolo è coperta da squame, levate le quali, vi si riscontrano altrettanti punti in corrispondenza alle loro inserzioni.

Le appendici *d, d* sono tutte cave nel loro interno; presentano un rigonfiamento *B* alla loro base, ove non esiste articolazione, dopo di che il canale interno va diminuendo fino all'apice delle appendici stesse. Nella loro parte concava le appendici *d, d* presentano molti peli δ, δ , irregolari e flessuosi; verso l'apice ne è provveduta anche la parte dorsale convessa.

Muscoli e trachee delle antenne. — Il canale formato da tutti gli anelli delle antenne uniti fra loro, contiene muscoli e trachee. I muscoli sono due, uno da un lato ed uno dall'altro, lungo i quali scorrono due trachee.

Nella formazione delle antenne vedonsi staccare dalle trachee del canale alcune diramazioni che corrispondono alle appendici; diramazioni che non mi fu dato trovare nell'animale allo stato perfetto, forse perchè già essiccate, o forse ancora per la loro estrema tenuità.

Palpi mascellari. — La squama frontale nella sua parte inferiore che guarda il piano su cui riposa la farfalla, dietro l'orlo già notato porta due eminenze molli, gialliccie, diafane, corrispondenti ai palpi mascellari degli altri insetti; unica parte che richiami la bocca in questa farfalla, la quale ne è sprovvista perchè non si ciba. I palpi mascellari sono due (fig. 205), uniti per la loro base: una linea, da cui partono i palpi che constano di due pezzi articolati fra loro, ne segna la divisione. Il pezzo *B*, più ampio e grosso, è convesso assai nelle sue pareti e troncato obliquamente alla sua estremità. A questo succede una leggera pellicola, una membranella trasparente *M*, che serve per l'articolazione del pezzo estremo *C* che vien dopo e con cui termina il palpo; offre internamente una smarginatura, e termina appuntato. Entrambi gli articoli dei palpi mascellari sono coperti di lunghi peli $\Delta \Delta, XX$ che sorgono per aree, ossia a chiazze. I palpi sono leggermente curvi, e ricevono nel loro interno un liquido che li tende; questo mancando, si avvizziscono.

Dello scheletro cutaneo e della superficie del corsetto. — Lo scheletro chitinoso del corsetto è d'una composizione così complicata che la sua descrizione e la perfetta sua cognizione riescono sommamente difficili nell'anatomia degl'insetti. Risulta esso di parti così irregolari e molteplici, che senza un lungo studio non è possibile formarsene un'idea precisa. Le quali parti sono ancor più complesse quando vengano analizzate nei prolungamenti che si insinuano nell'interno del torace frammezzo alle parti molli e che servono esclusivamente

all'attaccatura dei muscoli interni. Di queste parti, e specialmente di quelle che veggonsi all'esterno, offriamo qui la descrizione il più possibilmente succinta ed esatta.

Il *torace* o *corsaletto* del bombyce del gelso si divide in tre porzioni principali o tre anelli successivi l'uno all'altro e di diverso sviluppo. Come il lettore già si sarà accorto, corrispondono essi ai tre primi anelli della larva. Ognuno di questi anelli del corsaletto, più o meno tra loro distinti, porta uno o due pajo d'appendici: e precisamente il 1.° anello porta le zampe anteriori; il 2.° anello, le due zampe medie e il primo pajo di ali; il 3.° anello, il terzo pajo di zampe, o zampe posteriori, ed il secondo pajo di ali.

Il primo anello è assai distinto, in quanto che s'articola per mezzo di parti membranose col secondo, mentre questo è saldato per mezzo di suture col terzo; la loro divisione quindi è piuttosto marcata che reale.

I pezzi di cui consta il corsaletto sono coriacei per la maggior parte, ricchi di chitina, duri, poco flessibili; e solamente nei punti in cui debbono articolarsi, si riscontrano delle esili membranelle.

Le figure 190, 191, 192 e seguenti rappresentano le parti principali di questo anello colle loro appendici. È da avvertire che queste parti sono disegnate prive delle squame che le coprono e le velano alla vista allorchando osservasi un insetto non ancora toccato.

1.° anello del corsaletto, o protorace. — Il primo anello con cui s'articola il capo è il più piccolo in estensione, e prende il nome di *protorace*. Esso si compone delle due lamine *F, F* (fig. 190 e 191) che poggiano sul margine anteriore del mesotorace *I, I*, mentre nella loro parte interna s'attaccano ad un anelletto che costituisce il centro del protorace, al quale anelletto nella sua parte anteriore e inferiore s'articola il primo pajo di zampe.

Primo pajo di zampe. — Ciò che sorprende nell'esame del primo pajo di zampe si è l'essere le medesime composte d'un pezzo di più che non le altre seguenti. La causa di tale differenza sta in ciò che il primo pezzo in esse è isolato, mentre che nelle altre è aderente e confuso con pezzi che compongono il corsaletto, come si vedrà in seguito. Questo pajo di zampe consta di 5 pezzi attaccati l'uno all'altro, e dotati di più o meno liberi movimenti in forza di membranelle che aderiscono ai contorni od orletti salienti con cui termina ognuno d'essi. I muscoli vi passano nel mezzo. Gli accennati pezzi sono dunque altrettanti tubi che ricevono nel loro centro muscoli, trachee e nervi.

Primo pezzo od anca (coxa). — Il primo pezzo s'articola ad una sporgenza conica che sorge nella parte inferiore del protorace vicinissimo alla linea mediana. La figura 192 in una sua metà offre le zampe in posto; nell'altra,

supponendosi staccate, vedonsi invece i punti d'inserzione. Il primo pezzo, proporzionatamente agli altri più grosso, è fusiforme, cioè più grosso nel mezzo. Le sue estremità sono troncate, assai meno però la periferica che la centrale. L'estremità centrale è tagliata assai obliquamente, presentando nel suo contorno due condili *a, b* (fig. 193), mediante i quali si articola al protorace. L'estremità periferica è più piccola ed egualmente obliqua; essa pure offre due sporgenze condiloidee, mediante le quali s'opera l'articolazione col pezzo susseguente.

Trocantere. — Questo pezzo Σ (fig. 193) contiene nel suo interno due lamine cartilaginee coperte di muscoli, le quali s'insinuano nell'anca α , e vi stanno aderenti mediante le attaccature muscolari: per tal modo succedono i movimenti. Tutta l'anca è percorsa da rami tracheali *N, T* (fig. 214), che stanno di preferenza a ridosso de' muscoli, e da un tronco nervoso che percorre tutto l'arto.

Della coscia (femur). — Al pezzo intermediario Σ tien dietro la coscia β (fig. 193), lunga quasi il doppio dell'anca, e grossa quasi la metà. La figura rappresenta ne' suoi due lati la zampa sinistra veduta in ambedue le superficie. Essa è schiacciata nel senso antero-posteriore; entrambe le sue estremità articolari sono tagliate obliquamente, offrendo un leggero stringimento prima dell'estremità periferica.

Della gamba (tibia). — La gamba Δ è più breve della coscia β , è quasi retta e leggermente rigonfia nel suo mezzo. L'estremità colla quale s'articola alla coscia è tagliata in isbieco, offrendo sotto di questa un tenue colletto, che presenta una marginatura colla quale viene a contatto colla coscia nella flessione dell'arto. Al suo terzo posteriore, nella parte interna comincia, in prossimità al suo margine, una docecatura, che profonda dapprima, va a terminare insensibilmente di mano in mano che procede verso l'estremità periferica. Su questa poggia un'appendice filiforme, che un po' grossa alla sua origine, termina appuntata, oltrepassando di qualche poco col suo apice l'estremità periferica della gamba. Non mi è noto l'uso dell'accennata appendice o sprone, che non è totalmente rigido.

L'estremità posteriore porta tre laminette cartilaginose *g, m, o* (fig. 208), esili, lunghe, che penetrano nell'interno della coscia e sulle quali si attaccano i muscoli per operare i movimenti. Da essi muscoli (l'uno è abduttore, gli altri due adduttori che avvicinano l'arto), secondo che agisce l'uno piuttosto che l'altro, la gamba è striata più a destra che a sinistra. Nella figura suddetta si vede la continuazione della trachea *T* e del nervo *N*, che dalla coscia passa nella gamba.

Del tarso. — Alla gamba succede il tarso (altre volte detto *piède*), che si compone di cinque pezzi, od articoli, o falangi $\gamma, \varepsilon, \zeta, \lambda, \mu$ (fig. 193), collocate

l'una dopo l'altra, l'ultima delle quali è armata di due uncini particolari: tutte insieme hanno una lunghezza maggiore di qualsiasi altra parte dell'arto.

Dei cinque indicati articoli, il primo γ è il più largo, e quattro volte più lungo dei tre che gli succedono. Tutti poi sono cilindrici, e si corrispondono l'un l'altro colle loro estremità, le quali s'articolano mediante brevi membranelle. L'estremità periferica di ognuno è tagliata in isbieco per modo che nel margine esterno si prolunga in una breve appendice, il cui scopo è di impedire che il tarso si rifletta troppo all'esterno, mentre ha liberissimi i movimenti all'interno.

L'ultimo pezzo μ , lungo circa il doppio dell'antecedente, ha forma particolare, offrendosi clavato, cominciando cioè stretto e terminando con una estremità ingrossata ed arrotondata; nella sua lunghezza presentasi leggermente curvo verso l'interno dell'arto. In questa parte rigonfia riscontrasi un'apertura, al cui contorno mediante un'adattata membranelle s'articolano due uncini ν, ν (fig. 204), assai acuti al loro apice, i quali servono alla farfalla per attaccarsi ai corpi su cui vuole sostenersi. La figura suddetta indica i rapporti di questi due uncini col pezzo su cui stanno inseriti, non che la direzione nella quale essi ponno flettersi. Frammezzo ad essi sorge una piccola appendice acuta π , del cui significato non mi so dar ragione.

Nell'interno della gamba Δ sta la massa muscolare che fa muovere il tarso col mezzo di prolungamenti semi-coriacei che il tarso stesso invia nell'interno della gamba, e sui quali s'inseriscono i muscoli. È sempre collo stesso meccanismo che succede il movimento di questa parte. Uno dei prolungamenti su cui s'attaccano i muscoli nell'interno della gamba attraversa tutto il tarso, e giunto nell'interno del quinto pezzo μ , si allarga in una specie di pala a, b (fig. 204), la quale offre al suo margine libero ed allargato due smarginature corrispondenti alle basi dei due uncini che vi stanno così articolati. Secondo che questa pala è spinta avanti od indietro dai muscoli, gli uncini sono aperti o chiusi, fanno o non fanno presa.

2.º *anello del corsetto, o mesotorace.* — Il secondo anello di cui si compone il corsetto unito saldamente col terzo prende il nome, dalla sua posizione, di *mesotorace*, ed è la parte più considerevole del corsetto del nostro bombice.

Il mesotorace, come il metatorace che gli succede, e come tutte le altre parti del corpo dell'insetto in cui riscontrasi la forma anellare, si può verticalmente dividere in arco dorsale ed in arco centrale. L'arco dorsale del mesotorace sopporta il primo paio di ali; l'arco centrale, il secondo paio di zampe.

Il mesotorace consta di due ampie squame I, I (fig. 190), convesse in tutti i sensi, riunite saldamente lungo la linea mediana superiore e finamente striate nella loro superficie da striature curve e trasversali.

Il margine anteriore è coperto dalle due lamelle F, F' già ricordate, appartenenti al protorace.

Le due lamine I, I' , che si ponno considerare come un sol pezzo, offrono posteriormente una forte smarginatura, nella quale sta appoggiato l'altro pezzo di cui consta esteriormente e superiormente il mesotorace.

Questo pezzo L è una lamina romboidale, col massimo diametro trasversale, e in questo senso assai convessa.

La lunghezza totale del mesotorace è $0^m,005$; la sua larghezza, un po' più di $0^m,004$; la lunghezza della lamina L è $0^m,002$.

Del paraptero. — Anteriormente al mesotorace, nella sua parte laterale, sta un pezzo, a dir vero, quasi isolato, ma che tuttavia ha rapporto col medesimo. È questo il *paraptero* G (fig. 190 e 206), che consta d'una lamina ripiegata ad un quarto della sua lunghezza e posta a cavalcione dell'inserzione dell'ala superiore. Esso è così collocato che la sua parte più lunga G (fig. 206) scorre dalla parte dorsale del corsaletto, e la piccola porzione S scorre nella parte centrale, coprendo l'episterno. Tutta questa parte, coperta abbondantemente di lunghe squame, non è riconoscibile nell'insetto intatto, e vela alla sua volta l'attaccatura dell'ala.

L'arco ventrale del mesotorace è ancora assai più complicato, constando di sei pezzi per lato, saldati tra loro col mezzo di suture squamose; tali pezzi vedonsi di fronte nella figura 192 e di fianco nella 191, e sono: ω , T , l'episternum; X, V, Z , l'epimero; a , il pezzo che rappresenta l'anca nel secondo paio di zampe.

La parte segnata $+$ è membranosa e costituisce l'attaccatura dell'ala che si opera al contorno dell'apertura lasciata tra l'arco dorsale e l'arco ventrale del mesotorace; tra questi esiste un soleo profondo.

3.^o *anello del corsaletto, o metatorace.* — Posteriormente al mesotorace sta l'ultimo anello di cui si compone il corsaletto, conosciuto dagli entomologi sotto il nome di *metatorace*.

L'arco dorsale del metatorace si compone di due squame pari. L'anteriore M, M (fig. 190 e 191) consta di due pezzi saldati sulla linea mediana, ove hanno la minima loro lunghezza, mentre sono più lunghe verso i margini laterali: costituiscono come un ponte gettato trasversalmente, nel qual senso sono fortemente arcuate. Queste due squame, che sono posteriormente fiancheggiate da una squametta N, N' , assai esile, formante quasi un orlo alle anteriori, acquistano invece un po' più di spessore alla linea superiore mediana ove diminuiscono le M, M .

L'arco ventrale del metatorace consta di sei pezzi, tre dei quali pari; fra

questi W , Y sembrano costituire l'epimero del metatorace; a (fig. 191) rappresenta anche qui il pezzo dell'anea del terzo paio di zampe.

Tra i due archi dorsale e ventrale havvi un'apertura come pel primo paio di ali, al cui contorno s'attacca una membrana per l'articolazione del secondo paio di ali od ali inferiori.

Seconda paio di zampe o zampe del mesotorace. — Questo paio di zampe (fig. 195) manca, come ho già fatto rimarcare, dell'anea; tuttavia la sua lunghezza totale è di poco minore di quella del primo paio, il che dipende dall'essere la coscia e la gamba proporzionatamente più lunghe.

Trocantere. — Qui l'arto comincia dal pezzo intermediario Σ , detto il trocantere, mediante il quale s'articola al corsaletto. Il trocantere è conico; colla piccola estremità volgesi al mesotorace; colla grande, alla periferia; questa è rigonfia specialmente dal lato interno dell'arto, mentre all'esterno il suo contorno è irregolare per una forte smarginatura, attorno alla quale si vede un orletto.

Il trocantere invia nel corsaletto due lamine cartilaginee O , G (fig. 207) destinate ai movimenti e collocate nella posizione più favorevole alla loro azione.

Della coscia (femur). La coscia β diversifica assai da quella del primo paio; essa è più lunga e più rigonfia, restringendosi in prossimità della sua articolazione periferica che è tagliata in isbieco. Dal lato del corsaletto e della parte interna è leggermente concava per adattarsi alle convessità del mesotorace. L'apertura periferica è tagliata in modo che permette alla gamba di applicarsi contro la coscia. La coscia è ricca nel suo interno di muscoli i quali s'inseriscono sui prolungamenti cartilaginei che vi invia la gamba.

Della gamba (tibia). — La gamba Δ è più lunga di quella del primo paio; essa non è rigonfia nel mezzo, ma va lentamente ingrossandosi verso l'estremità che s'articola col tarso. Un carattere che la distingue dalla gamba del primo paio si è che manca di sprone; internamente, nel senso della sua lunghezza, ha una concavità con cui s'applica alla coscia. Invece poi dell'appendice della gamba del primo paio, questa offre alla sua estremità un prolungamento spiniforme X . Dal lato esterno la gamba è convessa; l'estremità mediante la quale s'articola colla coscia è munita di tre prolungamenti cartilaginei che entrano in quella: uno serve pel muscolo abduttore, gli altri due per i muscoli adduttori che sono sempre prevalenti. Le fibre muscolari s'attaccano a questi prolungamenti come le barbe d'una penna sulla loro asta.

Tarso. — Il tarso in questo secondo paio non offre alcuna particolarità.

Terzo paio di zampe o zampe del metatorace. — La lunghezza e lo sviluppo relativo delle parti di questo terzo paio di zampe sono in molta analogia con quelli del secondo paio. La figura 194 rappresenta il loro arto sinistro: A rivolto all'esterno; B nel lato che guarda il corsaletto.

Trocantere, Coscia. — Il trocantere Σ è breve e conico, e gli succede una coscia analoga assai alla coscia del secondo paio. Apprendola, appare ricca di muscoli che fanno muovere la gamba. Aderenti all'estremità che guarda il trocantere riscontransi le solite laminelle cartilaginee nei movimenti.

Gamba. — La gamba Δ è assai lunga, ma nulla offre di speciale, nemmeno lo sprone del primo paio; solamente al lato interno, come nel secondo paio, presenta il prolungamento X .

Tarso. — Il tarso è analogo affatto a quello delle altre zampe.

Mediante le descritte zampe appartenenti alla sezione delle *ambulatorie*, il nostro bombice può camminare ed aggrapparsi co' suoi uncini. Egli infatti eseguisce una specie di passo, e cammina assai regolarmente, movendo contemporaneamente la zampa anteriore e posteriore d'un lato, e l'intermediaria dell'altro; anche se il suo passo è affrettato, il ritmo non varia. Le zampe sono mediocremente sviluppate in confronto del corpo, ed i loro movimenti, nè molto violenti nè molto rapidi, stanno in armonia colla vita tranquilla e quasi sedentaria che sembra il retaggio del bombice in tutti gli stadii della sua vita.

Degli organi della locomozione aerea, ossia delle ali. — Il bombice, come appartenente ai lepidotteri notturni, possiede quattro ali, tutte membranose e presso a poco di eguale sviluppo. Sono esse totalmente coperte di squame di varia forma giusta la già offerta descrizione. Se all'intento di studiarne la natura vengono le ali ripulite dalle squame stesse, si presentano costituite d'una lamina membranosa, trasparente, gialliccia, fragile, divisa da linee salienti in molti scompartimenti di diversa grandezza, linee opache, di consistenza cornea, di color bruno, che diramandosi formano una rete piuttosto complicata.

Composizione della lamina dell'ala. — La lamina dell'ala osservata nella farfalla essiccata sembra semplice, composta cioè d'una sola membrana. Ma se invece si osserva quest'appendice nella sua formazione, ed alloraquando la farfalla è ancora umida per essersi spogliata della sua buccia di crisalide, si vede che consta di due foglie o pagine, applicate l'una contro l'altra, che avviluppano e racchiudono nel loro mezzo le nervature. La lamina superiore è più aderente a queste che non l'inferiore, che talvolta si stacca. Riesce agevole il separarle nel periodo sopraindicato, e talvolta l'isolamento è spontaneo, quando cioè la distensione dell'ala succede incompleta (1).

(1) Nella nuova malattia cui da un anno vanno soggette le farfalle anche fra noi, si raccoglie molto liquido tra le pagine dell'ala, le quali talvolta diventano varicose al punto da scoppiare, e presentarsi cosperse di goccioline.

Le linee salienti (*nervature*): sono veri tubi convessi e cornici superiormente, depressi e quasi membranosi alla pagina inferiore dell'ala, che hanno origine alla nascita dell'ala, e insensibilmente diminuiscono portandosi alla periferia. La loro sezione è un semicerchio; desse contengono una trachea che proviene dal torace e che si suddivide in tutte le ramificazioni. Per essa l'aria penetra in questi organi, li distende e li rende leggeri.

Nervature dell'ala superiore. — Le nervature dell'ala superiore del bombice, che sono assai semplici, riduconsi alle seguenti: la *costale c, c* (fig. 188) (*Radius* di *Jurine*), grossa, che parte dall'articolazione e va verso l'apice senza raggiungerlo; appena sotto di essa trovansi: la *sotto-costale g, g*, (*Cubitus* di *Jurine*), che cessa parimente prima d'arrivare all'apice; vicino alla base e sotto la nervatura *sotto-costale* nasce la *mediana i, i*, che va sino all'apice dell'ala; dal margine posteriore dell'articolazione parte la *sotto-mediana l, l*, assai ondulata, che ad un dato punto invia la *ricorrente m, m*, che s'attacca alla mediana; dal punto ove ha origine la sotto-mediana sorge pure un'ultima nervatura *o, o*, esile, che va all'angolo interno e che prende il nome di *anale*. Tutte queste nervature portandosi al margine danno origine a nervature secondarie che si portano pure alla periferia dell'ala. Esiste una *cellula discoidale n, n* assai allungata (1).

Nervature dell'ala inferiore. — L'ala inferiore è più piccola della superiore, più tondeggianti e più breve; in essa riscontransi la nervatura *costale a* (fig. 203 bis), la *sotto-costale b*, la *mediana c*, la *sotto-mediana d*, l'*anale e*, l'*ascellare f*. Non essendovi *ricorrente*, manca quest'ala di *cellula discoidale*.

Lunghezza dell'ala superiore	0 ^m ,023
Larghezza massima	0 ^m ,011
Lunghezza della cellula discoidale	0 ^m ,011
Lunghezza dell'ala inferiore	0 ^m ,019
Larghezza	0 ^m ,014

Alla base delle ali esistono le attaccature de' museoli che partono dall'interno del petto e mediante i quali s'operano i movimenti delle ali, vivaci specialmente ne' maschi. Queste appendici però sono poco vigorose e poco sviluppate, e il nostro bombice non può sollevarsi nell'aria e volare.

Dell'addome. — L'addome è la terza parte del corpo dell'insetto perfetto, che si distingue pel suo predominio sulle altre due, per la sua composizione di replicati e semplici anelli, e finalmente per contenere nell'interno i visceri della digestione e della riproduzione.

(1) Le diramazioni che nascono da altre nel campo stesso dell'ala variano e non hanno nomi speciali.

La forma dell'addome del bombice differisce secondo che la si osserva nel maschio o nella femmina, quantunque i pezzi di cui si compone siano in essenza sempre eguali: sono le nova che deformano l'addome della femmina e lo rendono più ampio e tondeggiante di quello del maschio, di cui si offre qui la descrizione.

L'addome possiede una forma di fuso troncato a distanze diverse dalla sua parte più voluminosa. La sua estremità anteriore con cui s'articola col corsaletto riesce più ampia che non la posteriore la quale termina libera.

Consta di anelli semplicissimi e assai facilmente riconoscibili dopo che sia stato spogliato delle sue squame che tutto lo ricoprono.

Il primo anello, un po' più stretto, corrisponde al 4.^o del corpo della crisalide: esso è munito nel suo arco dorsale d'una lamina scagliosa *P* (fig. 190), bordeggiata da una laminella flessibile; non vi potei scorgere però il secondo paio di stigme che vi dovrebbero corrispondere. L'arco ventrale, mediante il quale l'addome sta unito al torace, è piccolissimo e membranoso.

Il 5.^o anello (2.^o dell'addome) è più ampio; porta le tracce di quelle macchiette σ, σ (fig. 190) che notai nella parte dorsale del 5.^o anello della larva.

Il 6.^o, 7.^o ed 8.^o anello vanno crescendo, e non offrono particolarità di sorta.

Il 9.^o, 10.^o e 11.^o vanno invece diminuendo. Quest'ultimo però termina ancora aperto e quasi troncato; esso ricetta nel suo interno gli organi della copula.

Tutti questi anelli sono formati da un'ampia lamina *K* (fig. 190, 191) dal lato del dorso, che ai fianchi cessa per lasciarsi sostituire da una parete membranosa.

Dal lato dell'addome un'altra lamina *J* (fig. 191, 192), meno robusta della dorsale, costituisce l'anello.

Il margine anteriore delle lamine ventrali offre una leggiera smarginatura.

L'ultima lamina ventrale è assai più breve dell'ultima dorsale.

Dall'ultimo anello del maschio sporgono e veggonsi all'esterno gli organi della generazione o meglio della copula. Si ponno infatti osservare i due uncini *u, u* (fig. 192), che tengono il maschio serrato contro la femmina durante il coito, ed il pene *p*, colla sua asta coriacea terminata da un bottone triangolare.

ARTICOLO II.

Sistema digerente.

(Tav. XII.)

L'intestino del bombice allo stato perfetto non è che una forma del tubo intestinale della crisalide in una via di metamorfosi regrediente. Due soli organi nuovi o due nuove parti del tubo enterico si aggiungono, mentre tutte le altre sono ancora quelle della larva, sebbene modificate e in una continua distruzione. Non mangiando il baco allo stato perfetto, tutte le nuove parti che veggonsi sorgere nello stadio di crisalide in quegli insetti che si nutrono anche allo stato perfetto, e che talora nutano perfino di nutrimento, non portano complicazione al sistema digerente del bombice. Solamente due grandi vesciche si sviluppano in esso; dell'ufficio di una delle quali è facile rendersi ragione considerandola quale ricettacolo d'una secrezione che deve sfinire e ridurre alla morte l'animale; di quello dell'altra è più difficile la spiegazione, poichè sembra propria delle farfalle che succhiano gli umori dei fiori e la rugiada; siccome però il nostro bombice non si nutre, è probabile che dessa sia destinata ad altro ufficio. Ma l'ordine che ci siamo proposti non ci permette di anticipare la descrizione di quest'apparato.

Dell'esofago. — Al di dietro dei palpi mascellari, che nascondono una piccolissima e quasi invisibile apertura, ha principio il tubo digerente col lungo esofago *A, B* (fig. 188 e 189), il quale non è che un allungamento del breve esofago della larva; al medesimo deve tener dietro il ventricolo chilifero *F* (fig. 188 e 189) che si ritira dai primi tre anelli per ridursi negli anelli addominali.

L'esofago è composto di esili pareti e sepolto in mezzo alla massa muscolare del corsetto. Verso *B* si allarga leggermente per passare sotto ad un'ampia vescica *G* (fig. 188 e 189), detta impropriamente *stomaco succhiante*, colla quale però non comunica.

Vescica aerea (stomaco succhiante, Saugmagen). — Questa vescica (la *pleura* del signor Grassi) occupa nella farfalla, di fresco sbucciata, i tre primi anelli addominali: consta d'una esilissima parete, anista, trasparentissima, costantemente dilatata dall'aria che la occupa: va essa sempre più dilatandosi, ed invade nel baco presso a morire e specialmente nel maschio, una gran parte della cavità dell'addome. Nei primi periodi offre questa un peduncolo proprio con cui s'inserisce sull'esofago; ma allargandosi questo più tardi, sembra che l'esofago formi direttamente la base su cui poggia la vescica. Esaminati con accuratezza

i rapporti fra l'esofago e la vescica aerea, pare che questa sia dovuta solamente al rigonfiamento della membrana esterna esofagea, mentre la muscolare interna scorre sempre del suo diametro, nè esiste comunicazione fra le due capacità.

Esofago posteriore. — L'esofago, dopo essere passato sotto la vescica aerea, continua a portarsi posteriormente col suo primitivo diametro per andare a terminare nel ventricolo chilifero. Anche nella *Sphynx ligustri* la vescica aerea non è propriamente che una sovrapposizione all'esofago, e figura quasi un organo novello ancor meno in rapporto coi vecchi, come nel nostro bombice.

La parte posteriore dell'esofago è esile come l'anteriore, e tutta d'eguale spessore: essa percorre i tre anelli (4.°, 5.°, 6.°) dell'addome della farfalla. Le sue pareti contengono delle fibre muscolari, che appajono quali fibre muscolari in isfacimento, come si presentano i muscoli della larva che si distruggono nella crisalide (1).

Ventricolo chilifero. — Il ventricolo chilifero è breve assai, cilindrico, ma d'una superficie assai irregolare per le varicosità che formano le sue membrane e pei vasi malpighiani che vi serpeggiano sopra. L'attaccatura coll'esofago è debolissima, e si vede come questa parte non abbia più nulla a che fare col ventricolo stesso; anzi la sua apertura si chiude, ed anteriormente il ventricolo termina come a *cul-di-sacco*. Il ventricolo nella sua superficie è vellutato e sparso di lobuli adiposi e di ghiandole, le quali presentano la forma di sacchi contenenti delle cellule nucleate, sostenute da rami di trachee che vi serpeggiano nel mezzo. (Vedi l'Art. VI. *Sistema secretore ed eseratore.*)

La sua tinta è giallastra; varia però secondo che trovasi vuoto o ripieno del succo escrementizio che in questo periodo della vita del baco è limitato a contenere.

Questa piccola porzione di ventricolo chilifero, che alloggia per intero nella parte anteriore del 4.° anello (7.° addominale) è il rappresentante di tutto il vasto tubo della larva. Nella *Sphynx* e nei generi affini, che pur di qualche cosa si nutrono nell'età perfetta, il tubo chilifero non riducesi a sì ristretti limiti, ed occupa sempre, medioeremente voluminoso, la lunghezza della cavità dell'addome. Alla parte inferiore, o per meglio dire posteriore del ventricolo chilifero, s'attaccano ancora i vasi malpighiani già descritti nella larva, i quali si mostrano qui proporzionatamente ancora più sviluppati.

Dal ventricolo chilifero fino all'ano il tubo intestinale, più che altro, offresi

(1) Tra la vescica aerea e il ventricolo chilifero sta a ridosso all'esofago un ammasso di ghiandolette, nello stesso posto occupato da quelle già da me indicate nella larva. Queste ghiandolette *b, b* (fig. 196) contengono una sostanza granulosa ed omogenea; hanno una membrana che li involge, sotto la quale penetrano alcune trachee che s'internano frammezzo ad esse ghiandolette, e servono inoltre come mezzo d'attaccatura.

quale apparato di escrezione, giacchè esso non serve che a condurre ed espellere il prodotto dei vasi malpighiani che va sempre più aumentando.

Dell'intestino tenue. — Frammezzo all'inserzione dei tubi uriniferi si stacca il tenue *G* (fig. 188 e 189), che esile nelle prime epoche della vita della farfalla, fa due profonde inflessioni nel portarsi all'indietro, e con esse percorre dal 7.º al 9.º anello del bombice (4.º al 6.º dell'addome). Queste due inflessioni appaiono nelle figure, dalle quali risulta pure come sia costante il diametro di questa parte intestinale. La superficie, o meglio la membrana esterna del tenue è pure villosa; sotto di essa trovansi tre strati: 1.º di fibre longitudinali; 2.º di fibre circolari trasverse; 3.º di epitelio all'interno.

Del cieco. — Giunto alla 10.^a divisione il tenue (*veseica urinaria* di De Filippi) mediante lo sbocco *I* (fig. 188 e 189) si apre nel cieco, che è un ampio sacco piriforme, di color giallo oscuro in causa del liquido che contiene, le cui pareti, assai esili, osservate al microscopio veggonsi dotate di cellule composte, che io ritengo poter essere ghiandole, le quali aumentano e diminuiscono il prodotto dei vasi malpighiani. Le pareti del cieco presentano inoltre molte fibre muscolari *aa*, *bb* (fig. 197), quali striate trasversalmente o volontarie, quali lisce o involontarie, non che dei corpuscoli di cui daremo la descrizione più avanti (Art. VI. *Sistema seeretore ed eserettore*). Tanto la villosità del tenue, quanto l'aspetto ghiandolare del cieco si fanno più manifesti nella decrepitezza del baco. Alla molta ampiezza del cieco è da ascriversi la copia del liquido giallo-rosso che la farfalla emette di tratto in tratto; la sua lunghezza è talvolta di 0^m,0015.

Il contenuto del cieco è della stessa natura di quello dei tubi uriniferi che ve lo versano: consta, cioè, di un liquido bruniccio-giallastro trasparente, e d'un sedimento rosso, pesante, quasi terreo, che al microscopio appare costituito di corpicciuoli cilindrici, brevi, vibranti, lunghi un ventesimo di centesimo di millimetro (0^{mm},0003).

Del retto. — Quasi continuazione del cieco, a questo succede il retto, che si restringe sempre più formando un esilissimo tubo. Per lungo tempo ebbi a ritenere che il suo orifizio sboccasse nell'ovidotto, e che il liquido escrementizio, fecale od urinifero che dir si voglia, uscisse per un'apertura comune collocata all'estremità emisferica ove termina l'ovidotto stesso. Fra i molti disegni di queste parti da me eseguiti, varii stanno ancora fra le mie carte a render testimonianza del mio errore e a dimostrarlo. M'era noto bensì che il retto ha un'apertura distinta in altre farfalle; ma non sapeva indurmi ad ammetterla nel bombice, perchè l'osservazione non me l'avea offerta. Più delicate ricerche mi mostrarono che il cieco s'apre all'esterno mediante un'apertura a sè, esilissima, collocata sopra all'altra per la quale escono le uova. La figura 210 presenta

in *a'* l'esilissima apertura del retto *a*, e in *b'* quella più ampia dell'ovidotto *b*. *N* (fig. 189) è l'ano, che è circondato da una eminenza particolare semi-sferica, visibile all'esterno, appariscente nella femmina. Questo duplice sbocco degli apparati digerente e riproduttore vedesi in molte figure della Tav. XIV.

ARTICOLO III.

Sistema respiratorio e muscolare.

Si sono qui riuniti in un solo articolo i due sistemi respiratorio e muscolare che offrendo pochissime particolarità degne di rimarco, pochi cenni basteranno a descriverli.

A. *Sistema respiratorio.* — Il sistema respiratorio della farfalla è assai più sviluppato e capace di quello della larva. Le trachee, la cui struttura è alquanto modificata, presentansi tutte aumentate di volume e d'un aspetto argentino, che prima non avevano. Al primo aprire una farfalla nell'acqua fa meraviglia la copia delle trachee che cercano di portarsi alla superficie del liquido per la loro leggerezza. Da questo sol fatto non si può negare l'attivissima funzione di questi organi nello stadio d'insetto perfetto. Le trachee della farfalla sono schiacciate, nè hanno quella elasticità nelle loro pareti che presentano quelle della larva. Le spire sono esili, e fra esse sta tesa una esilissima ed argentea membranella, distendibile, che mostrasi tutta striata obliquamente.

Spaceando una farfalla, pare a primo aspetto aumentato d'assai il sistema respiratorio nell'insetto perfetto, anche per una maggiore quantità di rami; ma se si rifletta: 1.º che ogni ramo tracheale del baco aumentò di volume; 2.º che tutte le trachee nel baco sono distribuite sopra una lunghezza di 0^m.090, mentre nella farfalla vengono concentrate sopra 0^m.025 al massimo, non saremo certamente più meravigliati dell'apparente aumento di questo sistema. L'aumento reale starà in ciò che un corpo divenuto una terza parte più breve riceva come prima la stessa quantità d'aria.

Le stigme nella farfalla mancano di cerchietto nero completo e sono più difficili a riconoscersi anche dopo aver denudata la parte delle squame che le ricoprono; esse sono lineari e collocate ai lati degli anelli addominali, come nella larva. La lunghezza della loro apertura è maggiore. I rami interstigmatici esistono ancora ampii, nastriformi, brevi assai e mancanti di manicotto.

Posteriormente ad ogni stigma trovasi ancora un vestibolo da cui partono le trachee ad immensi pennelli che penetrano in tutti gl'intricatissimi spazii esistenti fra gli organi, e tutti li uniscono colle loro fila intrecciate per modo

che riesce non poco difficile lo sbarazzarneli a motivo della grande quantità di trachee che da ogni parte le avvolgono. Le stigme esistono in numero di sei per ciascun lato dell'addome, e di una per lato nel corsaletto, e queste difficili a scorgersi. Da quest'ultimo pajo emanano trachee pei muscoli di cui abbonda questa seconda cavità del corpo della farfalla. Nel capo non mi fu dato di scoprirne, come pure non riuscii a constatare la presenza d'un ramo interstigmatico tra le stigme dell'addome e quelle del petto. Probabilmente ne esisterà un altro pajo nel petto, fra l'articolazione del mesotorace col metatorace. Quella che io riscontrai sta tra il protorace ed il metatorace, un poco indietro dell'articolazione delle zampe anteriori.

Le stigme dell'insetto perfetto hanno una forma affatto lineare, e constano d'un semicerchietto *a* (fig. 194 *bis* e *ter*, Tav. XII), non completo, di sostanza dura, bruna, rigida, chitinoso, di una forma singolare. Questo semicerchietto è poco arcuato, e sta inserito nello strato epidermoideo della cute, circondando un solo lato della stigma. Colla parte affilata quest'asticina sta rivolta all'alto del corpo, considerato l'animale poggiante sulle sue zampe. All'estremità inferiore ingrossata di questo ramo *a* sta attaccato l'altro ramo *b*, cui succede il ramo *c*; i quali due ultimi rami s'internano nelle parti, cui aderiscono i muscoli che servono a muovere l'apparato e ad aprire la stigma. Collocando una farfalla nell'acqua, obbligata con uno spillo sul fianco, e stirando il ramo *c* che traspariva di sotto la cute, mi è occorso di vedere aprirsi la stigma, ed uscirne una bolla d'aria stanziante nel vestibolo tracheale che sta di dietro alla stigma tanto dell'insetto perfetto che della larva. La laminetta cornea dell'apparato stigmatico ora mentovato è forse duplice, potendosi scomporre talvolta in due, come vedesi nella figura 194 *ter*. Le trachee non offrono nella nostra larva ingrossamenti di sorta che si possano paragonare a lacune o a vescicole.

B. *Sistema muscolare*. — Quanto è poderoso e sviluppato il sistema muscolare nella larva del bombice del gelso, altrettanto è limitato nell'insetto perfetto. Già Malpighi osservò che molti muscoli del baco scompajono, tra cui di preferenza gli obliqui, rimanendo in parte i longitudinali. A queste antiche osservazioni noi siamo in grado di aggiungere che se molti muscoli scompajono, se ne formano anche di novelli per animare di moto quelle parti che hanno origine nell'ultime metamorfosi. L'attività di questo sistema si concentra tutto nel corsaletto, giacchè nell'addome sotto gli anelli esiste solamente uno straterello di esilissimi muscoletti che servono ai pochi movimenti di queste parti.

Nel corsaletto invece sei robuste masse partono dalla superficie interna della piastra dorsale per portarsi all'apertura interna degli arti alle cui lamine dure si attaccano per produrre il moto.

Una singolarità grande offrono questi muscoli del corsaletto veduti al microscopio: presentano cioè, a brevi intervalli, dei rigonfiamenti anellari, nella cui corrispondenza essi sono più trasparenti, sebbene le fibre longitudinali sieno visibili anche in quei punti. Le quali fibre al margine del rigonfiamento sembrano anzi più stipate e ingrossate, per cui la trasparenza della sua parte centrale riesce più appariscente. Questi nodi ora sono molto vicini, ora più distanti, come lo indica la fig. 110 della Tav. VIII (1).

Ho indicato altrove, trattando delle zampe, come alle parecchie spine coriacee dei vari pezzi, di cui gli arti si compongono, si attaccano de' muscoletti per il loro movimento. Qui mi rimane soltanto di avvertire che i muscoli bisogna osservarli nelle farfalle appena sbucciate, in quanto che sono da annoverarsi fra quei tessuti che si alterano con maggior facilità e che si trasformano per l'influenza dell'aria nei corpicciuoli vibranti, de' quali già si tenne parola.

ARTICOLO IV.

Sistema circolatorio.

(Tav. XII.)

Breve è la descrizione di questo sistema consistente nel solo organo centrale destinato a ricevere il sangue e a versarlo nelle cavità del corpo, affinché si metta a contatto coll'aria per vivificarsi, e coi visceri per nutrirli.

La circolazione negli insetti perfetti fu a lungo contestata, anche per riguardo all'organo centrale che mette in moto il sangue; fu solamente dopo la scoperta di Carus (1827) che venne ammessa come fatto reale.

Il sistema circolatorio nella larva di poco differisce da quello dell'insetto perfetto; se non che anche questa parte dovette modificarsi colle nuove forme assunte dall'animale. È desso raffigurato dal lungo canale, α , β , γ , ϵ , λ , μ , ν , σ (fig. 189), che scorre appena sotto la pelle, steso lungo la linea mediana: si compone di due membrane, di cui l'esterna è muscolosa, ed aderisce fortemente alla sottoposta; vane riescirono le mie ricerche per trovarvi la terza membrana che Newport sostiene esistervi. La sua parte cardiaca occupa gli anelli posteriori dell'addome e termina posteriormente con un'estremità leggermente ingrossata e chiusa. I legami di queste parti sono esilissimi fili muscolari, misti

(1) Qualche cosa d'analogo s'offre nei muscoli della coscia della rana dopo il trattamento nell'acqua. (Vedi Rudolph Wagner's *Erläuterungstafeln zur Physiologie und Entwicklungsgeschichte neu bearb. und herausg. von Alex. Ecker*. Leipzig, 1854, fig. III, Tav. XII.) Anche i muscoli della farfalla da me osservati avevano toccato l'acqua.

a quei filamenti di particolare struttura, che ho notato anche nella larva, e che sembra doversi ritenere come ghiandole. Questi tenui fili partono dal tubo pulsante per fissarsi alle parti laterali (1). La sua cavità offre degli allargamenti e degli stringimenti: i primi corrispondono alla parte posteriore degli anelli, i secondi stanno di contro alle divisioni interanellari, fra le quali non esistono valvole; il che si riscontra anche nella larva, a differenza degli animali tanto mirabilmente descritti da Newport e da Strauss.

La parte aortica non differisce dalla cardiaca che per essere più esile, senza allargamenti, e perchè s'apre anteriormente.

Giunto al 4.^o anello (1.^o dorsale), il vaso pulsante si approfonda per passar sotto all'unione tra il corsaletto e l'addome, per poi rimontare e scorrere lungo la linea mediana convessa del corsaletto. Le pulsazioni del canale dorsale distinguonsi assai bene anche nella farfalla; nelle parti periferiche invece non mi fu dato di scorgere pulsazioni d'alcuna sorta. Eppure nelle zampe penetra sangue, come penetra frammezzo agli altri organi. L'opacità delle parti è forse qui la causa principale che vieta di chiarire la verità; fors'anche il corso del sangue sarà probabilmente assai lento, giacchè è noto che la circolazione periferica va scemando di mano in mano che l'insetto s'avvicina al suo stadio di perfezione: cessa dapprima nelle zampe, poi nelle ali, e da ultimo pare non limitarsi che al vaso centrale. A questa legge esistono tuttavia alcune eccezioni, le quali per altro non si estendono ai lepidotteri (2).

Esistono canali proprii pel sangue oltre il vaso dorsale? nol credo. Della questione della circolazione peritracheale tratterò nella Parte fisiologica di questa Monografia. La circolazione non si conosce che mediante il trasporto dei globuli sanguigni che sono analoghi a quelli della larva, ma assai più rari. Il sangue è giallo citrino: estratto dal corpo s'abbruna e si rapprende; veduto al microscopio offre la singolarità di contenere in maggior copia quei corpuscoli vibranti che già vedemmo comporre la parte essenziale delle secrezioni-renali, e che accennammo come accidentali nel sangue del baco.

Attaccature del vaso dorsale. — Il vaso dorsale s'attacca mediante una rara ed interrotta serie di muscoletti che partono da' suoi lati, e vanno verso le linee laterali del corpo. Questi fili sono così disposti che formino un piano triangolare colla base ai lati del canale dorsale e coll'apice all'esterno, il qual apice va ad attaccarsi alla parte interna del margine laterale delle piastre che costituisce la metà dorsale d'ogni anello dell'addome.

(1) Vedi più avanti a pag. 203.

(2) Carus, *Nova act. phys. méd. nat. cur.* Vol. IV, pars secunda.

Se si lasci la farfalla per qualche tempo nello spirito di vino piuttosto forte, poi la si spari dal lato ventrale e la si distenda, levati i visceri contenuti nella cavità, offresi all'osservatore l'apparato muscolare di cui ora ho fatto cenno, e che costituisce precisamente ciò che Lyonet descrisse sotto il nome di *ali del cuore* nella larva del *Cossus ligniperda*. Tutti gli anelli dell'addome ai quali corrisponde il canale dorsale offrono questa duplice attaccatura di muscoli; la base del triangolo è più o meno ampia a norma della maggiore o minore lunghezza dell'anello addominale che vi corrisponde. Devesi però ritenere essere assai rari questi muscoli, come già vedemmo trattando della larva.

Nel torace il canal dorsale, cinto dai muscoli di cui è ricca questa cavità, che servono a tenerlo in posto, non ha attaccature speciali, o quanto meno a me non fu dato di trovarle.

ARTICOLO V.

Sistema nervoso ed Organi de' sensi.

(Tav. XIII.)

Sistema nervoso gangliare. — Subite le modificazioni già indicate nel corrispondente articolo che tratta della crisalide, ecco come il sistema nervoso si presenta nelle farfalle del bombice del gelso.

Ganglio sopra-esofageo. — Il cervello del bombice o ganglio sopra-esofageo ha una forma assai singolare (fig. 224, 225, 226; la 226 rappresenta i due primi ganglii veluti di sotto). Esso si risolve in una massa quadrilatera posta trasversalmente a ridosso delle prime porzioni dell'esofago, che veduta dal dorso si presenta composta quasi di tre piccole masse gangliiformi *A, B, A* (fig. 225), che insieme formano un tutto unito. Leggeri rigonfiamenti indicano la tripla origine. La larghezza di questa massa cerebrale è di quasi 0^m,001. Dalla sua parte anteriore e laterale sporgono due grosse appendici *C, C*, (fig. 225 e 226), che terminano troncate o tondeggianti. Dalla parte esterna della troncatura sorge il nervo *antennale* che penetra nelle antenne *d, d*.

Le due masse laterali sono continuate ai lati dai due nervi ottici *D, D*, che hanno presso a poco un'eguale grossezza, e si dirigono lateralmente verso gli occhi, ove penetrati, terminano con un leggero rigonfiamento.

Dalla parte inferiore di questo ganglio sopra-esofageo, al punto di commessura che esisterebbe tra la massa centrale *B* e le laterali *A, A*, partono due grossi e brevi peduncoli *b, b* (fig. 226), i quali, abbandonata la massa nervosa donde trasero origine, si portano in basso e indietro, si allargano, e sulla linea mediana

formano un ammasso impari o ganglio *F* (fig. 226), primo della catena sotto-viscerale. Questi due peduncoli col ganglio ch'essi formano nel mezzo e colla massa nervosa da cui partono, costituiscono l'anello per cui passa l'esile esofago del nostro bombice. L'esistenza d'un anello esofageo così breve riscontrasi assai di rado, ed *a priori* si può immaginare ch'essa si verificherà solamente negli animali che non si cibano di materia alcuna durante il loro ultimo periodo di vita.

Il ganglio sotto-esofageo tondeggiante *F* (fig. 225 e 226) ha anteriormente un margine concavo, e posteriormente si prolunga alquanto, continuando col cordone connettivo che va al secondo ganglio sotto-intestinale. Veduti di sopra questi due primi ganglii, l'inferiore *F* (fig. 225) sporge in fuori.

Cordone connettivo. — Il tratto di distanza che passa tra il primo e secondo ganglio sotto-esofageo è di circa 0^m,0012; il cordone che scorre fra il primo e secondo ganglio consta di due fili saldati insieme lungo la linea mediana; esso portandosi indietro va a terminare al secondo ganglio.

Nervi che partono dal ganglio sopra-esofageo. — Dalle appendici *C, C* partono due grossi nervi *d, d* (fig. 225 e 226), che si portano subito all'esterno, entrano nelle basi delle antenne, e ne percorrono tutta la distesa *d, d...* (fig. 224). Il *nervo antennale* ad ogni incontro che fa colle barbe secondarie delle antenne, vi manda delle ramificazioni 1, 2, 3... 8, ee., le quali, sebbene io non abbia potuto seguirle che nei primi articoli, pure non dubito abbiano a penetrare anche nei più esili verso la punta dell'antenna.

Nervo mandibolare. — Dalla parte interna, non però all'apice, delle appendici *C, C* parte l'esile nervetto *e* (fig. 225 e 226), che si porta avanti, ma che termina ben tosto. È questo il nervo mandibolare, o, meglio, il rappresentante del nervo mandibolare? Siccome il nostro bombice non possiede alcuna di queste parti appartenenti all'apparato della masticazione, così è probabile che esistano le sole tracce de' nervi che vi si dovrebbero recare. Dal primo ganglio sotto-esofageo non vidi partire nervi di sorta, e credo che non ne debbano partire, appunto per la mancanza di quelle parti, alle quali negli altri insetti arrivano nervi da esso ganglio; che se pure ciò si verifica, lo sarà limitatamente a qualche esilissimo filamento che i miei ocelli non arrivarono a scoprire.

2.^o *Ganglio sotto-intestinale.* — Il secondo ganglio sotto-intestinale giace nel corsaletto circa al suo terzo anteriore; esso presenta una forma tondeggiante, ed offre anteriormente nella linea mediana il tronco nervoso *a, a* (fig. 224), che l'unisce al primo ganglio, e posteriormente le due diramazioni che lo congiungono col secondo ganglio del corsaletto *b, b*.

Nervo crurale medio. — Dalla parte anteriore di questo ganglio parte il *nervo crurale* *ò, ò* (fig. 224), il quale scorre subito un poco anteriormente, indi si

rovescia ai lati, e percorrendo frammezzo ai muscoli, trovasi alla base delle zampe del primo pajo λ , μ , che percorre in tutta la sua lunghezza, dando ramificazioni a destra e a sinistra ai muscoli motori di quell'arto: tra queste sorge π per prima che si diffonde ai muscoli che avvicinano l'arto.

Da questo secondo ganglio, dietro al ramo δ' , parte per ogni lato un altro ramoscello γ , γ , che si porta trasversalmente, diffondendosi ai muscoli del corseletto.

I due rami posteriori b , b che partono dal secondo ganglio diretti al terzo, offrono nella loro lunghezza la singolarità che quando la farfalla è appena formata sono assai più lunghi che a farfalla adulta. Nel loro decorrere essi circondano un'eminenza dello sterno che s'addentra nel torace, e serve d'attaccatura ai muscoli: la varia lunghezza de' quali due rami si può comprendere consultando le figure 224 e 227, nell'ultima delle quali la contrazione è massima, e l'apertura che essi lasciano è circolare.

Terzo ganglio. — La forma di questo 3.^o ganglio (fig. 224 e 227), che rappresenta il 4.^o e il 5.^o ganglio della larva, è affatto particolare: assai allungato, offre anteriormente un lato diritto, mentre posteriormente termina tondeggiante. Talvolta si può scorgere la sua duplice origine per una smarginatura che riscontrasi ne' suoi margini laterali.

Nervo erurale medio e posteriore. — Da questo ganglio partono quattro paja di nervi, due paja anteriori e due paja posteriori. I due paja anteriori si distribuiscono alla zampa media ed al primo pajo di ale: sono questi il *erurale medio* σ , σ (fig. 224), o del secondo pajo, e il *nervo alare anteriore* ζ , ζ .

I due paja posteriori sono costituiti dai nervi *erurale posteriore* σ' σ' , o del terzo pajo, e dall'*alare posteriore* ζ' , ζ' , o del secondo pajo. Tutti questi nervi danno esilissime diramazioni ai muscoli tra cui passano, e vanno ciascuno a finire negli organi da cui prendono il nome.

Ganglii addominali. — Dalla parte posteriore del terzo ganglio continua la catena gangliare unita dai cordoni connettivi. All'uscire del corseletto si ha un leggero rigonfiamento che corrisponde al 6.^o e 7.^o ganglio della larva; da essi partono due esili filamenti che vanno ai muscoli adiacenti.

Nel secondo anello addominale si ha un quinto ganglio, che corrisponde all'8.^o della larva, allungato, clittico; da esso partono due paja di nervi analoghi a quelli della larva, e che portansi ai muscoli; così dicasi del 6.^o, 7.^o e 8.^o che rappresentano il 9.^o, il 10.^o, l'11.^o e il 12.^o della larva. Da' quali tutti ha luogo la ramificazione dei soliti filamenti che sarebbe inutile ripetizione il qui descrivere partitamente.

Dai tronchi connettivi tra ganglio e ganglio vedonsi partire alcuni esili

filamenti che rappresentano i nervi respiratorii della larva; tra il 6.^o ed il 7.^o ganglio osservasi un leggiero rigonfiamento ω, ω , come di ganglio non ancora scomposto. Posteriormente al medesimo parecchi nervi respiratorii partono dal cordone f, f ; tra il 7.^o e l'8.^o osservansi due altri rigonfiamenti $\omega, \omega, \Delta, \Delta$ veramente distinti e più cospicui originati dal cordone g .

Dall'ultimo ganglio, quasi una *coda equina*, partono numerosi filamenti, che non tenendo calcolo di quelli analoghi ai filamenti provenienti dagli altri ganglii, sommano a sette paja, che si diffondono quasi esclusivamente agli organi della riproduzione; ond'è che da questo 8.^o ganglio partono in tutto nove paja di nervi.

Sistema nervoso splancnico. — Nella farfalla si riscontrano inoltre:

1.^o un ganglio frontale ψ (fig. 223 e 226), impari, unito per due filamenti al ganglio sopra esofageo.

2.^o un paio anteriore di ganglii z, z (fig. 224) ai lati dell'esofago uniti per due filamenti al ganglio sopra-esofageo.

3.^o un paio posteriore di ganglii o, o , più esili dei primi, uniti a questo per mezzo d'un filamento, e dalla cui parte esterna deriva altro filamento che lo mette in relazione coi nervi crurali anteriori.

Da questi ganglii partono pure de' filamenti che si dirigono all'esofago.

Dei nervi ottici e dell'organo della vista. — La struttura dell'occhio del bombice è analoga a quella che Lyonet ci svelò pel primo nel suo *Cossus ligniperda*, e che Strauss trovò parimenti nella *Melolontha*. Da ciò si vede che vi ha grande analogia negli occhi composti di tutti gl' insetti (1).

Dalle parti laterali A, A del ganglio esofageo ha origine un grosso nervo D, E (fig. 223 e 226), che pare, più che altro, la continuazione del ganglio stesso; esso termina arrotondato in E , ed ha un diametro di $0^m,0005$. Il tronco è schiacciato nel senso verticale e la sua sezione è un clisse, come lo indica la lettera B della figura 231; verso la sua estremità s'ingrossa e si fa cilindrico. Quest'estremità cessa tosto che entra nella cavità orbitale che ora verrò descrivendo, e cessa arrotondata, clavata, mentre poi le succede una materia nervosa più tenue, la quale è attraversata da fili nervosi più densi, che sono da considerarsi come la continuazione del nervo ottico.

Coroidea. — Gli accennati fili nervosi, o nervi ottici parziali attraversano uno strato B (fig. 228) d'una materia tenue, nera, che rappresenta la *coroide* negli

(1) V. Lyonet, *Oeuvres posthumes.* — Strauss, *Considérations*, etc., p. 411, pl. 9. — Dugès, *Annal. de Sc. Nat.*, XX, 1830, pl. 12. — Wagner, *Wiegmann's Arch.*, 1835, p. 372, pl. 5. — Will, *Beitr. zur Anat. der zusammengesetzten Augen mit faccettirter Hornhaut.* Leipzig, 1840, mit 1 Kupfstaf., in 4.^o

occhi degli animali superiori. Là donde prendono origine i nervi ottici proprii o particolari si vede uno straterello *C* (fig. 228 e 232), di sostanza nervea che considerasi come la retina, e in questo caso giustamente detta *retina comune*.

Nervi ottici proprii. — I nervi *ottici proprii* *F, F* (fig. 228 e 232) partono diramandosi dalla retina comune e si avviano verso la periferia dell'organo, formata dalla cornea: sono esilissimi, ed arrivati a $0^m,0001$ della superficie interna concava della cornea, si risolvono in un leggero ingrossamento piriforme *G, G* (fig. 229 e 232), che termina con una superficie concava. Questo piccolo ingrossamento *G, G*, che anche Strauss trovò nella *Melolontha vulgaris* (1), è detto *globo proprio*. La sua superficie libera va a finire in una concavità, nella quale s'adatta il *cristallino proprio*.

Cristallini proprii. — I cristallini *proprii*, di cui è munito ogni nervo ottico proprio, si risolvono in tanti coni *I, I* (fig. 229 e 232), che s'ingrossano verso la periferia, e stanno uniti gli uni agli altri per la loro massima parete. Essi occupano lo spazio che intercede fra la superficie interna della cornea comune e la superficie convessa che formano uniti insieme fra loro tutti i *globi proprii* dei nervi *ottici proprii*. L'estremità centrale dei cristallini, quella cioè che guarda verso il centro dell'organo, è convessa, e si adatta alla concavità già indicata pei globi proprii; l'estremità periferica è pure convessa, ma meno della centrale, e da questa disposizione ne consegue che riunite tutte insieme queste estremità periferiche di cristallini formano una superficie convessa totalmente sparsa di piccole convessità corrispondenti ad ognuno di essi. La lunghezza d'ogni cristallino è di $0^m,08$, la larghezza alla loro metà è quattro volte meno della loro lunghezza, quindi incirca di $0^m,02$. Tali corpicciuoli sono leggermente giallognoli, trasparenti assai, ed assai rifrangenti la luce; posseggono una certa densità che non s'allontana di molto da quella del cristallino degli animali superiori. Una guaina fa loro di astuccio, la quale pare continuazione della guaina dei fili nervosi ottici.

Cornea comune. — Si è già detto che l'estremità periferica dei cristallini si applica contro la superficie interna della cornea comune. Consta essa d'una laminetta cornea della forma d'una mezza sfera cava, posta ai lati della testa, e che dal suo color nero facilmente è riconoscibile, costituendo, d'entrambi i lati, quelle parti che anche volgarmente sono denominati *gli occhi della farfalla*. La struttura di questa cornea merita tutta la nostra attenzione, venendosi con essa a completare il complicato organo ottico del nostro bombice, nel quale si sono

(1) Strauss, *Considér. générales sur les Anim.*, etc., pag. 413, Tav. IX, fig. 6, i i.

già riscontrate quasi tutte le parti che l'assomigliano all'occhio degli animali superiori.

Osservata anche ad ocello nudo la cornea comune nella sua superficie esterna, sorprende il nero intenso, ma non splendente, col quale si mostra all'osservatore; è desso in gran parte prodotto dalla circostanza che quella superficie non è liscia, ma irta di tante piccolissime ed equidistanti eminenze. Se poi si arma l'occhio d'una lente assai forte, risulta che quella cornea può essere considerata come l'insieme di un numero prodigioso di squamette di forma esagona (fig. 230), collocate le une accanto alle altre. Ogni squametta è convessa nel suo centro e tutte le convessità producono quell'ineguaglianza della cornea che ho sopra indicata.

Se si osserva dal lato interno, si vede che ad ogni convessità esterna delle piccole squame esagone corrisponde una interna concavità, per cui la superficie concava interna di tutta la cornea è scavata in tante depressioni circolari quante sono le squamette esagone di cui consta.

Se questa cornea comune la si sottopone al microscopio, si vede che ogni laminella esagona consta di un cerchietto parimenti esagono che ne forma la periferia, e d'una membranella centrale, esilissima e trasparentissima, che corrisponde al massimo delle convessità esterne che offrono gli esagoni.

Il cerchietto duro, opaco, esagono, è più grosso verso la periferia che verso il centro dell'arco, ciò che aumenta la concavità interna degli esagoni, tra i quali la linea d'unione rimane sporgente.

La convessità d'ogni cristallino si applica contro la concavità d'ogni cornea parziale che, trasparente nel mezzo, lasciassi trapassare dalla luce, la quale percorre il cristallino proprio e va a colpire il globo proprio de' nervi ottici.

Pochi organi, di cui l'anatomia comparata ci svela la struttura, sono più artificiosamente costrutti e più complicati, nel mentre che, basati sopra le leggi immutabili della fisica, servono in un modo mirabile allo scopo cui sono destinati.

E tante meraviglie per pochi giorni di vita!

Non essendo mobile l'occhio negli insetti era necessario che la visione fosse possibile in molte direzioni differenti, al che la natura provvide colla quasi sfericità dell'organo e colla direzione tanto divergente dei nervi ottici.

Quantunque la farfalla possedga, come si vedrà meglio nella Parte fisiologica, e udito e odorato, tuttavia nessun organo speciale pare incaricato ad essere la sede di questi sensi. Le antenne che abbiamo già descritte e che servono al tatto, pajono incaricate anche di quelle speciali sensazioni.

ARTICOLO VI.

Sistema secretore ed escretore.

(Tav. XII.)

Le secrezioni nell'insetto perfetto sono minori in numero che non nella larva.

Ghiandole esofagee. — Fra gli organi secretori devonsi per prime accennare le ghiandole esofagee *b, b* (fig. 196), di cui si è già parlato nell'articolo sul *Sistema digerente* della larva, le quali sembrano destinate alla secrezione del liquido che serve alla farfalla per uscir dal bozzolo, sebbene a ciò possa opporsi la riflessione che ghiandole analoghe riscontransi anche nella larva. Esse costituiscono un semi-collare sull'esofago al luogo della sua inserzione sul ventricolo.

Ghiandole dello stomaco. — Oltre alle ghiandole esofagee si hanno nella farfalla del bombice le ghiandole dello stomaco chilifero che già si è detto essere sacchetti misti ai lobuli di tessuto cellulare, sparsi sulla sua superficie. Questi sacchetti (fig. 199), di forma oblunga, a pero, nei quali penetra un ramo tracheale *a*, constano di una membrana esterna *b, b*, contenente le cellule nucleate *e, e*, in cui si osservano i nuclei *d, d*, assai palesi.

Organi della seta. — Ai lati del ventricolo chilifero stanno gli organi della seta assai diminuiti di volume, nei quali difficilmente si ponno riscontrare i grossi tubi della larva. Da taluni si ritengono anzi per qualche tempo per ghiandole distinte, ed il professore De Filippi opinò che fossero « destinate a secernere l'umore col quale la farfalla corrode il bozzolo e si pratica l'apertura d'uscita. » In quest'ipotesi, oltre l'abbaglio sull'origine affatto diversa di questi corpi, i quali derivano dai tubi della seta, v'ha quello che la farfalla abbandona un umore limpidissimo ed alcalino per disciogliere il glutine del bozzolo, glutine che io credo secreto dalla ghiandola esofagea, per cui non regge l'analogia del colore.

Questi due corpi ghiandolari *C, C* (fig. 196) sono d'un rosso ranciato, stanno ai lati dello stomaco, e si svolgono in due bendelletti che rimangono rinvolti sopra sè stessi. Il professore De Filippi li scoprì composti di globuli colorati *b, b* (fig. 198), posti in serie lineari entro tubuli circonvolti, formati dalla membrana *a, a*, fina e senza struttura. Alcune anse di questi tubuli svelte e trasportate sul porta-oggetti del microscopio, lasciarono vedere più chiaramente il loro contenuto e la struttura sferica di que' globuli *b'*, tutti di egual diametro e risultanti come da un grosso nucleo trasparente di color giallo-ranciato pallido, involuppato da una sostanza pure di colore ranciato, ma assai

vivo. La quale sostanza gialla è chiaramente la metamorfosi della seta che non venne espulsa in totalità, e che, ridotta quasi allo stato di vernice, non è suscettibile d'essere filata.

La porzione esile filiforme anteriore si avvicina alla parte corrispondente del lato opposto, terminando libera e raccorciandosi sempre più ad ogni poco; qualunque traccia di filiera è scomparsa. Così pure la porzione posteriore, quella che veramente secreta il fluido serico, è ridotta ad un semplice filo, che va finendo libero tra i fiocchi di tessuto cellulare.

Da ciò si vede che delle ghiandole della seta non rimangono che i due serbatoi, i quali vengono sempre più assorbiti. Nessun'altra traccia di organi secretori mi fu fatto di riscontrare nel bombice perfetto, in cui pare quindi che non avvengano altre secrezioni.

Non si trova un sistema assorbente esclusivo che dia ragione dello sparire dei varii organi di mano in mano che il loro ufficio è terminato: essi risolvonsi da sè, disaggregandosi nelle loro particelle e prestandosi ad essere trasformati nel liquido escrementizio del cieco che si produce in tanta abbondanza.

Con ciò si spiega la facilità colla quale nelle anatomiche microscopiche si rovinano tutte le parti degli insetti perfetti: il minimo tocco li distrugge, sciogliendosi nell'acqua che ne resta intorbidata. Lo stesso accade anche del tessuto cellulare.

Ghiandole della vescica cecale. — Anche il cieco ha le sue ghiandole visibili già ad occhio nudo, osservandosi la sua superficie cosparsa di macchiette bianchiccie, rotonde od ovali. Vedute al microscopio, si appalesano per quegli organi, d'ufficio tuttora ignoto, di cui parlò Siebold (1). Sono grandi cellule *e* (fig. 197) che ne contengono di più piccole *d*, *d*, le quali alla lor volta racchiudono delle minute granulazioni *f*. Queste cellule *d*, *d* stanno stipate attorno ad un grosso nucleo *e*, apparentemente vuoto, che solamente sulla sua parete presenta una macchia quadrata; il qual nucleo vuoto si deve considerare come la cavità della cellula glandulare, cavità che avrebbe in *e* il suo foro escretore. Si è già detto altrove che probabilmente queste ghiandole sono destinate a diluire od aumentare il contenuto del cieco.

Vasi malpighiani o renali. — I vasi malpighiani o renali sono più brevi che nella larva, più liberi e meno flessuosi; qua e là offrono dei rigonfiamenti, le loro pareti appaiono più opache e più turgide che nella larva. Son dessi ripieni dei corpuscoli vibranti di cui si è fatto cenno, corpuscoli che vengono secreti dalle loro pareti.

(1) Siebold, *Vergleich. Anatomie der Wirbellosen Thiere*, pag. 594.

I vasi renali *g, g* (fig. 202) partono dal lato posteriore dello stomaco; essi costituiscono ancora un intricato intreccio frammezzo ai tubi ovarici o alle circonvoluzioni dei vasi deferenti; sono sempre sei, e si portano insieme, ma irregolarmente, verso la parte anteriore dell'addome. Si fanno più rigonfi in prossimità della parte posteriore dell'intestino, ove vanno a terminare. La loro tessitura è assai più molle e delicata d'allora che trovavansi nella larva, e facilmente si spezzano.

I vasi renali contengono un liquido giallo rossiccio che si versa nell'intestino, il cui ufficio da questo punto fino all'ano si limita appunto a trasportare il liquido secreto.

Sui vasi stessi si riversano ancora molte trachee che servono a tenerli in posto e ad elaborare il prodotto che essi vanno eliminando dal corpo dell'insetto.

La loro secrezione è continua e si raccoglie nella grande vescica del cieco. Le particelle vibranti contenute nel liquido veggonsi anche attraverso alle pareti non ancora fatte troppo opache se si presentano al microscopio.

Del tessuto cellulare del bombice. — Il tessuto cellulare del bombice, altre volte detto *tessuto uliposo*, differisce assai da quello del baco. Già abbiamo parlato della metamorfosi che subisce il tessuto cellulare all'epoca della vita della crisalide. Esso si disaggrega, perde quella compattezza che offre nella larva, e non costituisce più quella rete di lacinie così ampie che involgono quasi in un astuccio tutti gli organi di quella. Le sue masse sono più piccole, e circondano le estremità delle trachee, le quali pare abbiano una grande influenza in questa metamorfosi. Tali masse sono ovali, tondeggianti e compongonsi di cellule di varie dimensioni, molte delle quali posseggono una rifrangibilità assai grande, e appajono costituite di sostanze adipose. È forse per quest'apparenza che venne dato il nome di *tessuto adiposo* ai cuscinetti biancastri, molli che involgono i visceri, e che sono il *substratum* di tutte le modificazioni subite dagli organi stessi. Simile denominazione però non può più conservarsi, primieramente perchè il puro adipe non ha mai nell'organismo tanta importanza, e in secondo luogo perchè risultando composto di cellule, gli si confà assai bene la denominazione di tessuto cellulare.

Dissi che il tessuto cellulare dell'insetto si distrugge facilmente, risolvendosi nelle cellule di cui si compone. Tale dissoluzione può essere facilmente veduta al microscopio fra due lamine di vetro.

ARTICOLO VII.

Sistema riproduttore.

(Tav. XIV.)

Gli organi genitali sono collocati nella cavità addominale di cui occupano, nell'animale perfetto, la massima parte. Come già si è detto allorchè si trattò degli organi generatori della larva (corpi reniformi di Lyonet), esiste nella specie che descrivo l'individuo maschio (♂), e l'individuo femmina (♀): un individuo, cioè, è provveduto degli organi incaricati di produrre le uova, ossia l'elemento femminile, mentre l'altro possiede quelli che danno origine allo sperma, ossia l'elemento maschile. Nella farfalla gli organi genitali ricevono ben maggiore sviluppo, ed anzi vi raggiungono il loro stato di perfezione, che sembra lo scopo di tutta la vita dell'insetto: nella farfalla il sistema riproduttore è quello che predomina, che invade tutto il suo corpo, che tiranneggia il suo istinto. Nella descrizione anatomica di questo importantissimo sistema, alla cui funzione è raccomandata la perpetuazione della specie, mi occuperò dapprima degli organi sessuali maschili, poi dei femminici.

1. *Organi genitali maschili.* — Gli organi maschili del bombice del gelso si ponno dividere in *interni* ed *esterni*, in *proprij* ed *accessorj* (1).

A. *Organi genitali maschili interni.* — Le parti interne inservienti alla generazione constano dei *testicoli*, dei *canali deferenti*, delle *vescicole seminali* e del *condotto jaculatore*.

Dei testicoli. — Due sono i *testicoli*, AA, A'A' (fig. 233) collocati nell'alto della cavità addominale, nelle parti laterali; essi differiscono da quelli delle altre specie di Papilionidi, Sfingidi, Bombycidi in ciò che, secondo Siebold, ne posseggono uno solo che rappresenta i due testicoli fusi nella linea mediana (2). La loro forma è ovale, assai allungata, meglio reniforme; la loro lunghezza è di tre millimetri circa: sono giallicci e tondeggianti in tutto il loro contorno.

(1) Degli organi genitali maschili nei lepidotteri trattarono specialmente:

Herold, *Entwicklungsgeschichte der Schmetterlinge* (Pontia Brassice), *anatomisch und physiol. bearbeitet*. Marburg, 1815 (Un vol. con Atlante).

Suckow, *I. Anatom.-physiol. Untersuch.* (Gastropacha Pini).

» *Heusinger's Zeitschrift*. Bd. II, tav. 10, fig. 9 (Aphrophora spumaria).

Malpighi figurò i soli organi esterni del bombice maschio (Tav. X, fig. 5). Swammerdam li figurò per incidenza (Tav. XXXIV, fig. 7). Vedi in questa Monografia la *Bibliografia del bombice*, p. 54.

(2) Suckow ne trovò due nel genere Yponomeuta.

Attuature de' testicoli. — I testicoli sono mantenuti in sito mediante i due filamenti che ho già notato nella larva; ma più ancora mediante un abbondante fascio di trachee v, v, v che vi si versano sopra, e che ne occupano la superficie. Talvolta accade che due o tre rami tracheali più robusti scorrono maggiormente tesi sulla superficie dei testicoli e valgono a dividerli quasi in due o tre masse segnate da un leggier soleo; il che accade spesse volte anche nelle larve.

Indipendentemente da questi rami tracheali fino ad ora indicati, i testicoli presentano nel loro lato interno (verso la linea mediana) delle solcature che li dividono in tre porzioni, una mediana e due alle estremità. Dalla porzione mediana partono i due *condotti deferenti* $BC, B'C'$.

Condotti deferenti. — Si presentano questi come due lunghi tubi aventi sempre il medesimo diametro, di color bianco latteo, pellucidi, assai fragili, i quali, eseguite nel loro decorso molte circonvoluzioni ed anse, si portano nella linea mediana tra il 6.^o ed il 7.^o anello.

Qui giunti, i due tubi deferenti si trovano avvicinati l'uno dall'altro senza essere però fusi insieme, per cui con qualche pena si riesce ad ottenerli separati; così appunto sono delineati in C, C (fig. 234) (1).

Dal punto del loro avvicinamento i due tubi s'ingrossano; e sempre più aumentando di volume e divenendo ondulati (F, F' , fig. 234), fanno quindi un forte ginocchio F'' , (fig. 233), ritornando quasi sopra sè stessi; ma giunti in N , si inseriscono sulle vescicole seminali D, E (fig. 233 e 234) che si presentano loro trasversalmente.

Vescicole seminali. — Le vescicole seminali sono di poco più ampie dell'ingrossamento dei condotti deferenti, di cui a primo aspetto sembrerebbero una continuazione, se la loro relazione coi medesimi e la loro posizione non determinassero a ritenerle altrimenti. I condotti deferenti s'inseriscono o alla metà o al terzo posteriore di esse vescicole D, E che, vedute di profilo, (fig. 233) hanno la forma d'una navicella.

Le vescicole seminali non sono molto ampie: e nel senso della loro lunghezza che non è maggiore di 3 a 4 millimetri, tanto lungo la linea mediana superiore che nella inferiore presentano una docciatura, traccia dell'unione delle due parti laterali X, Y (fig. 234).

Condotto ejaulatore. — Da E (fig. 233), ossia dal punto in cui le vescicole seminali acquistano quasi il volume dei tubi deferenti, alle medesime tien

(1) Il lettore comprenderà facilmente che questa parte interna degli organi genitali è espressa di profilo nella figura 233, e di prospetto nella figura 234.

dietro il *condotto eiaculatore* *O, O* (fig. 233 e 234), unico, cilindrico, assai circonvoluto, che termina nell'ultimo anello alla base del pene.

Tutte queste parti constano di due membrane, l'una esile esterna, l'altra interna d'un maggiore spessore: sono bianche, opache, lattiginose e fragili assai: da ciò la difficoltà di formarsi un'idea precisa di esse parti che pure bisogna svolgere, e che in quest'operazione facilmente si frangono. È quasi inutile l'aggiungere che le medesime si trovano ripiene del liquido spermatico che le percorre, costituito, come già si disse, dalle borse spermatofore, e da un liquido che viene a mescolarsi dalle ghiandole accessorie.

Ghiandole accessorie. — Queste ghiandole accessorie risultano da due lunghi tubi *GG'G''L, GG'G''L'* (fig. 233), che, separati nella loro origine *L, L'*, si uniscono poi, e dopo molti attorcigliamenti vanno ad inserirsi all'estremità *D* delle vescicole seminali.

Osservate al microscopio le loro estremità chiuse a fondo cieco *a, a* (fig. 235 *A*) appaiono composte d'una membrana esterna esile *a* (fig. 235 *C*) e d'una interna *b, b*, che si presenta ghiandolare. Nell'interno esiste un canale *b'*, che fa l'ufficio di tradurre il liquido secreto dalle ghiandole; è questa una mucosità che si mescola col prodotto dei testicoli e lo diluisce impartendovi le volute proprietà.

B. Organi genitali maschili esterni. — Gli organi genitali esterni si risolvono in *essenziali* ed in *accessorii*; ai primi spettando unicamente il *pene*, come l'organo mediante il quale s'opera il passaggio del seme nel corpo della femmina, e quindi il contatto dello sperma colle uova; agli accessorii invece, tutti quelli che proteggono l'organo necessario e facilitano la copula.

Questi organi hanno la loro sede nell'ultimo anello addominale, che è appunto a ciò assai modificato, e può essere quasi considerato come un organo accessorio.

Arco dorsale. — L'arco dorsale offre poche differenze paragonato cogli archi dorsali dei precedenti anelli: è semi-cartilagineo e si articola al penultimo anello coi soliti mezzi; è più lungo nella linea mediana dorsale, meno ai lati; sicchè tutto l'addome riesce più breve ai lati: la lunghezza dell'arco dorsale del primo anello alla linea superiore è 0^m,002; ai lati, 0^m0015. Questa parte *D* (fig. 237) dell'ultimo anello appare veduta dall'esterno, mentre nella figura 236 la si vede internamente, essendo stata tagliata la sua metà anteriore. Essa termina ai lati avanti di rimirsi all'arco ventrale, colla quale sta in relazione unicamente col mezzo di parti molli della cute.

Arco ventrale; superficie esterna. — L'arco ventrale (fig. 238 *A* e *B*) è più breve del dorsale, ed è più profondamente modificato; il suo margine libero non è dritto, ma offre una curva particolare. Sotto la lettera *A* essendo questo pezzo disegnato di fronte, si può scorgervi la curva sinuosa tracciata dal

marginè dell'ultimo anello; il qual marginè è costituito da un orlo che dà molto maggior resistenza a tutto il pezzo. Nella parte mediana, la più rientrante, il pezzo non ha più di $0^m,0012$ di lunghezza; ai lati raggiunge quella di $0^m,0022$, in causa delle punte *a, a*, ossia due sporgenze del marginè libero che si spiccano da lui isolate e leggermente inclinate. In corrispondenza alle medesime la piastra offre una salienza longitudinale *b, b* (fig. 238 A), forse destinata a rinforzare la sporgenza *a, a*. (È noto che coll'accartocciare le lamine cornee degli insetti, e dei crostacei, e di quanti animali le posseggono, la natura arriva a comunicare ad esse maggiore solidità.)

Arco ventrale; superficie interna. — La superficie interna, confrontata coll'esterna ora indicata, oltre la sua concavità offre una differenza non poco importante, consistente in ciò che a metà della lunghezza, dalla sua superficie interna spiccano due uncini *e, e* (fig. 238 C, D), convessi verso la parte anteriore del corpo e prospicienti in alto, considerato l'insetto poggiante sopra le sue zampe. La figura 238 rappresenta l'arco ventrale sotto varii aspetti, cioè: A, la superficie esterna; B, la superficie interna; C, la medesima veduta dal marginè libero; D, veduta di profilo dopo averne tagliata una metà. In tutte poi *a* rappresenta la sporgenza del marginè libero; *b*, la salienza che conduce alla medesima; *e*, gli uncini interni; *d*, il profilo tagliato. D palesa meglio la forma; B e C, la direzione degli uncini che si volgono un poco verso la linea mediana.

L'arco ventrale non corneo in tutta la sua lunghezza, o per lo meno nella parte sua anteriore, è meno duro; vi ha una leggiera linea di demarcazione, al cui limite sorgono alla superficie inferiore i due uncini *e, e*: la loro lunghezza è di quasi $0^m,0005$.

Questi due archi formano l'ultimo anello dell'addome, la cui cavità essendo chiusa da un piano che passa per il marginè anteriore di quest'ultimo anello, costituisce una cavità aperta posteriormente, o meglio un fondo cieco, in cui dallo stesso piano settore sporgono varie parti spettanti tutte agli organi genitali esterni, il pene, cioè, e le diverse lamine più o meno dure, più o meno membranose, di diversa figura, che ora passo a descrivere.

Le parti stesse offrono delle singolari differenze con quelle delle specie anche affini al nostro bombice, mercè le quali è impedita la produzione di ibridi in causa di adultere unioni, nel che pure rifulgono le provvide disposizioni della natura: le parti dure del maschio corrispondono così perfettamente a quelle della femmina, che gli organi dell'un sesso d'una specie non potrebbero adattarsi a quelli del sesso diverso d'un'altra. Trattando degli organi della copula, ben a ragione Léon Dufour ci dice: « che essi sono la guarentigia della conservazione dei tipi, e la salvaguardia della legittimità della specie. »

Dal piano indicato, che costituisce il fondo della cavità limitata lateralmente dalle due lamine circolari ora descritte, sorgono due eminenze differentemente foggiate e costituite di parti importanti: l'una di esse occupa la parte inferiore, l'altra la superiore, considerato l'animale poggiate sul ventre. Ma siccome in tal posizione le parti superiori coprono le inferiori, e queste sono meno visibili, così tali organi sono disegnati nelle figure come se la farfalla poggiasse sul dorso, quindi come li rappresenterebbe la figura 192 della Tavola XII. A più chiara intelligenza debbo avvertire che descrivendo queste parti chiamerò superiori quelle figurate superiormente, le quali si dovranno però ritenere inferiori nella farfalla poggiate sulle proprie zampe.

L'eminenza superiore *L* (fig. 239 e 240) serve al pene; essa è conica e consta di due pezzi semi-tubulari saldati fra loro in modo da costituire un tubo la cui estremità è tagliata assai in isbico. L'inclinazione del taglio è assai forte, di modo che mentre superiormente la sua lunghezza è di $0^m,004$, inferiormente è di $0^m,002$.

Le lamine costituenti questo tubo sono di diversa durezza; assai più solide ed oscure di tinta verso il loro margine libero, diventano membranose verso il fondo della cavità da cui sorgono. Alla linea mediana superiore la parte dura prende maggior predominio sull'altra, e quella specie di anello *M* (fig. 239) che formano, è assai più solido ed oscuro. Tuttavia le anzidette parti più dure non vengono proprio a contatto sulla linea mediana, ma una piccola porzione *N* (fig. 240) non solida le disgiunge. Inferiormente le due lamine si prolungano, formando la punta sporgente *O* (fig. 239) della eminenza conica costituita dalle stesse: talvolta questa punta è bifida, dimostrando per tal modo che risulta dall'uncino delle due lamine.

Del prepuzio. — Le lamine *M, M* (fig. 240) unendosi tanto in alto che in basso, formano una specie di anello, dal cui margine interno parte una membranella molle, che forma quasi un tubetto, raggrinzato, flacido, e che dal suo ufficio può veramente chiamarsi il *prepuzio P* (fig. 239 e 240). Esso si distingue facilmente pel suo color chiaro che risalta in mezzo all'anelletto di color marrone da cui è circondato: la sua lunghezza è di circa $0^m,0003$.

Del pene. — Fuori del prepuzio sorge il pene *E* (fig. 236, 239 e 240), tubetto rigido, cilindrico che sporge fuori del prepuzio circa $1^{mm},2$, e che internamente s'approfondisce fino a ricevere alla sua estremità il condotto eiaculatore. La sua grossezza, tutta eguale, è circa di $0^{mm},21$.

Soltanto all'estremità esso si espande a paletta triangolare ed alquanto imbutiforme. La figura 243 rappresenta il pene veduto di prospettiva in A, e di profilo in B. Dalla duplice figura emergono le contorsioni del margine libero

e tagliato in isbieco, con cui termina il tubo: $\nu, \sigma, \zeta, \Delta, \zeta, \sigma, \nu$ (fig. 243 A) indicano gli accidenti principali di questo contorno libero.

L'altra prominenza, che s'eleva dal fondo delle concavità che stiamo descrivendo, sta sotto la prima, è più anpia e tondeggiante; ha principio con un breve cilindro di sostanza membranosa, che facilmente appare come la continuazione d'un tubo che dall'interno dell'addome finisce al suo esterno, attraversando il sipario che qui chiude questa cavità. Tale tubo è terminato da due pezzi cornei assai duri, di color bruno assai intenso, di forma assai bizzarra e difficile a descriversi.

Dapprima è un piccolo anello *R* (fig. 239), più alto inferiormente che superiormente, di sostanza elutinosa, non avente altro ufficio apparente di quello in fuori di sopportare il pezzo terminale. Esso si risolve parimenti in un altro anello *G* (fig. 239 e 240), solido, duro, coriaceo, quasi nero, che nella sua parte superiore si prolunga in una prominenza tondeggiante ravvolta a becco, colla sua concavità verso l'asse dell'apertura su cui s'innalza. Tale è l'apparenza con cui si mostra osservandolo di fianco (fig. 239); mentre che veduto di prospetto (fig. 240), mostra la sua punta ottusa che fa sporgenza in basso. Non saprei meglio assomigliarlo, salve le proporzioni e la minore acutezza di questa punta, che ad un becco di cefalopodo. Il margine del becco è tondeggiante, ed osservato di prospetto, le sue due branche laterali vedonsi discendere ed abbracciare l'apertura.

Parimenti singolare è la parte inferiore di quest'anello, in quanto che la porzione dura che abbraccia il tubo è assai più sviluppata e forma una specie di canale che prelude all'estremità di esso; il qual canale inferiormente e nel senso della sua lunghezza appare chiaramente costituito di due distinte metà, rigonfie, formanti nel mezzo una forte doccia. Sono questi due rigonfiamenti che fanno sì che veduto di fianco il canale stesso prenda l'aspetto convesso di un fondo di nave.

Nel formare l'estremità anche questa parte d'anello costituisce una protuberanza ricurva, tondeggiante, rivolta in senso contrario della prima, cui scorre incontro. Veduta di prospetto, si appalesa leggermente bifida, simile ad una doccia fiancheggiata da due piccole eminenze. Tra la parte superiore estrema dell'anello già descritta e l'inferiore, esiste un leggero movimento, mercè del quale le due porzioni ponno più o meno serrarsi l'una contro dell'altra, nel qual caso la punta del becco superiore viene ricettata nella doccia che offre il segmento inferiore dell'anello: al contrario, esse possono anche scostarsi, ed allora i due pezzi lasciano vedere l'orifizio *H* (fig. 240) del canale (il retto) conterminato dai medesimi.

La descritta parte inferiore può dividersi anche nel senso della sua lunghezza, constando d'un pezzo anteriore *I* (fig. 239) e d'un pezzo posteriore *S*, uniti insieme per mezzo di sutura squamosa; la linea *T* indica questa separazione.

Uncini per la copula. — A compiere la descrizione di quelle parti esterne mi restano ancora a ricordare due ampie lamine *U*, *V*, *V*, *F*, *F* (fig. 239 e 240) che circondano nella parte superiore il piano della cavità protettrice degli organi genitali esterni, spingendosi avanti per un poco nella linea mediana dell'addome sotto il penultimo anello.

Le due lamine cominciano in punta in *U* sotto il penultimo anello e s'allargano portandosi indietro, stando sempre uniti nella linea mediana *V*, *V*. Arrivate al margine dell'ultimo anello, ed al sepimento che ne forma il fondo, non che alla base da cui sorge il pene, formano un orlo arenato con cui abbracciano tale prominente, quindi si biforciano in due lamine che discendono espandendosi come due cartocci. Il loro margine libero è variamente ondulato. Giunte queste lamine poi a metà circa dell'area circolare, si restringono tutto ad un tratto, e si prolungano in due ampi uncini *F F'* (fig. 236, 239 e 240), che passano ai lati abbracciando l'estremità del retto e ricurvandosi verso il pene.

Gli accennati uncini, lunghi 0^m,002, sono assai acuti e rigidi, di color bruno marrone e presentano delle punte lungo il margine concavo presso la loro estremità (fig. 244). Questi uncini, contraddistinti colla lettera *F*, sono diversamente rappresentati nelle figure 236, 237, 239 e 240. Col loro apice raggiungono il piano dove arriva l'estremità del pene; l'apice poi di quest'ultimo, non che quello degli uncini sono le parti che sporgono dalla estremità dell'addome del maschio ancora intatto.

Lunghezza reale e muscoli del pene. — Tagliando il prepuzio, la base della eminenza su cui si erge, non che le lamine *U*, *V*, *V* (fig. 240), vedesi il pene essere lungo 0^m,004, dunque più di quello che appaja all'esterno.

Il pene può muoversi avanti ed indietro, esser cioè spinto fuori e ritirato; il qual movimento si opera mediante due paia di muscoli, *retrattori* e *protrattori*, che partendo da due diversi punti della sua lunghezza vanno alla superficie interna della lamina *U*, *V*, *V*.

I *muscoli retrattori* *x y*, *x y* (fig. 241) s'attaccano alla metà del pene, di dietro dell'inserzione del prepuzio, e si portano, divaricandosi, nella parte anteriore di essa lamina; contraendosi questi muscoli, ritirano il pene.

I *muscoli protrattori* *m o*, *m o* s'attaccano invece all'estremità interna del pene, ove esso s'inserisce sulla fine del canale eiaculatore, e portansi, divaricandosi, alla parte inferiore o posteriore (superficie interna) della lamina stessa; contraendosi, portano fuori il pene dalla sua guaina.

II. *Organi genitali femminei*. — Gli organi genitali della femmina sono assai più complicati di quelli del maschio; essi offrono analoghi a quelli delle altre specie di lepidotteri, e di preferenza dei notturni; il che è dimostrato dalle anatomiche che si hanno di alcune di queste (1); ma è appunto delle piccole differenze che bisogna tener conto, siccome quelle che caratterizzano la specie, e pur troppo fino ad ora si trascurarono di soverchio gli ottimi caratteri anatomici forniti da queste parti per la distinzione dei generi e delle divisioni di essi. Gli organi femminei del baco furono descritti e figurati da Malpighi (Tavola XII, fig. 1), ma i mezzi d'osservazione che si perfezionarono dopo quel sommo anatomico mettono ora in grado di indagare le parti più facilmente che allora non si potesse fare, non che di seguirne meglio l'andamento e i rapporti.

A. *Organi genitali femminili interni*. — Degli organi genitali femminei altri sono interni, altri esterni: gl'interni sono assai più numerosi e intricati che non gli esterni; prenderò le mosse dai primi, cui spettano gli *ovarj*, gli *ovidotti*, la *vagina*, la *borsa copulatrice* e il *suo condotto*, le *ghiandole accessorie*, non che le *ghiandole della vernice*.

Degli ovarii. — Gli ovarii del bombice sono pari, uno per parte, ed appartengono alla sezione degli *ovarj tubolosi*. Ognun d'essi consta di quattro lunghi tubi *L, L', L'', L'''* (fig. 245), esili, ravvolti a gomitolo, e occupanti quasi tutta la cavità dell'addome, il cui maggior volume non che la forma tondeggiante sono dovuti appunto ai tubi ovarici. Essi stanno lunghi e circonvolti, ingrossandosi di mano in mano che si portano verso gli ovidotti.

Nel loro interno contengono le uova succedentisi l'uno all'altro come le pallottole d'un rosario, decrescenti in grossezza di mano in mano che si osservano verso il capo libero assottigliato dei tubi. Queste estremità *K, K'* . . . (fig. 225) non terminano affilate, bensì con un breve rigonfiamento romboidale trasparente; esse, considerando i tubi ovarii non spiegati, sono vicine l'una all'altra, giacchè vicine ebbero la loro origine nelle capsule ovariche della larva, nè collo svolgersi sempre maggiore del tubo e delle uova contenute le estremità stesse perdettero i loro rapporti, ma rimasero al loro posto in alto della cavità addominale, mentre il restante dei tubi dovette discendere trascinatovi dallo svolgersi delle altre parti dell'apparato genitale che si produce assai più tardi. La figura 136 (Tav. X) rappresenta l'accennato viluppo delle estremità, il quale però si verifica piuttosto durante lo stadio di crisalide, che non nell'insetto perfetto in cui le estremità sono già svolte.

(1) Herold, Opera citata.

Al di dietro dell'estremità espansa gli otto tubi dei due ovarii cominciano esilissimi e ricettano uova appena abbozzate, in cui il vitello appena appena presenta le cellule vitelline e gli altri elementi proprii dell'uovo che sta sfornandosi. Queste uova piccolissime fanno sì che il tubo ovarico sia tutto cilindrico; ma coll'ingrossarsi delle uova, esso si offre tutto a rigonfiamenti, ognuno dei quali corrisponde ad un uovo. Le uova acquistano un volume assai maggiore che non l'abbia il tubo stesso, per cui questo è costretto a distendersi loro a ridosso, ritornando assai stretto tra un uovo e l'altro. Da ciò nasce che le uova non pajono neppure contenute nel tubo, ma quasi infilate le une dopo le altre (fig. 201, Tav. III): è solo allontanando due uova che nello spazio interposto veggonsi le membrane del tubo ovarico. Ognuno dei tubi ovarici contiene da 60 a 70 uova mature, già avvolte del loro guscio giallo, le quali altro non aspettano che di scorrere nel tubo stesso e di portarsi in basso. In un dato punto di questi tubi vedesi un rigonfiamento *m, m*, (fig. 245), al quale non attribui sulle prime la dovuta importanza: giacchè serve desso a stabilire un confine tra l'ovario e l'ovidotto (1), per cui tutto ciò che sta superiormente al medesimo, devesi ritenere come l'ovario; ciò che sta alla parte inferiore, come ovidotto. È questo una specie di manicotto che va sempre più ingrossandosi finchè a tempo opportuno chiude la sua apertura fino ad impedire che non discenda un ulterior numero di germi, i quali maturerebbero e giungerebbero al luogo della fecondazione e della deposizione quando la farfalla è già decrepita o moribonda.

Struttura dei tubi ovarici. — La struttura intima dei tubi ovarici ci offre la spiegazione delle mutazioni che soffrono le uova e dei movimenti che eseguirono in essi. Rompendo le pareti del tubo appunto a ridosso d'un uovo, e facendone uscire, si possono allora studiare più agevolmente le pareti stesse che si presentano d'un medioere spessore, bianco-lattiginose, e costituite di tre membrane distinte, delle quali l'interna è esilissima e priva di organizzazione; la media, muscolare; e la terza seritoneale.

I muscoli di queste membrane (fig. 252), in luogo di presentare un piano continuo di fibre muscolari non riunite a fasci, si risolvono in piccoli muscoletti fusiformi intrecciati fra loro. Le fibre muscolari primitive mostransi disposte pel lungo e striate trasversalmente. Tale struttura della parete muscolare parmi ottima per ottenere una compressione metodica, valida, uniforme sopra le uova, allo scopo che ognuno discenda, e discenda diritto, senza porsi di traverso, ciò che impedirebbe la discesa successiva delle altre uova collocate superiormente.

(1) Il dottore Angelo Maestri di Pavia fu il primo ad indicarmi l'ufficio di questo rigonfiamento da me già osservato, ma non riferito al vero suo ufficio. Mi trovo quindi in dovere di annunciare questa osservazione attribuendola al vero suo autore.

Delle tube o trombe ovariche. — I quattro tubi di ciascun ovario si riuniscono fra loro e danno origine a due altri tubi *I, I* (fig. 243), che dall'ufficio di condurre le uova, come fanno le trombe fallopiane negli animali superiori, presero il nome di *trombe ovariche*. Il loro diametro eguaglia presso a poco il doppio di quello d'uno degli otto tubi ovarici, e lo spessore delle loro pareti come la loro opacità sono maggiori. Per queste due trombe s'avviano ad uno ad uno le uova, il cui contorno si presenta poco saliente pel maggior volume delle trombe stesse.

Dell'ovidotto. — Dopo breve decorso le due trombe si fondono in un sol canale *M, M*, che prende il nome di *ovidotto*, la cui lunghezza è circa il doppio di quella delle trombe, come parimenti maggiore ne è il diametro. Nel suo decorso riceve lo sbocco di parecchie ghiandole che descriverò più sotto, e si porta alla base dell'eminenza emisferica che appartiene agli organi genitali esterni. Attraversata nella sua parte più bassa (considerata sempre la farfalla sulle proprie zampe) con un condotto *P* di vario diametro e di pareti assai elastiche, apresi all'esterno in *Q* al disopra dell'apertura dell'ano *S*, in cui termina il canale *T, U*, non che la vescica urinaria *V, X*, appartenenti all'apparato digerente.

Nell'ovidotto mettono foce i condotti di tre ghiandole o borse che mi corre obbligo di qui ricordare in particolar modo. Sono queste la borsa copulatrice *A*, la ghiandola accessoria *F*, e le ghiandole sebifiche *N, N*. Comincerò da queste ultime per trattare poi della ghiandola accessoria e della borsa copulatrice, la quale mi servirà di passaggio a descrivere gli organi genitali esterni.

1.º *Ghiandole sebifiche.* — Le ghiandole sebifiche *N, N* sono due e giacciono tutte ravvolte in vicinanza dell'uscita dell'ovidotto dalla cavità addominale. Compongonsi della *parte essenziale* (quella che secerne il liquido, ultimo necessario involuero delle uova), d'un condotto, d'un serbatoio e d'un secondo canale per cui il liquido stesso secreto si versa sulle uova che passano nella parte infima dell'ovidotto. La porzione secernente *N'', N''* è del certo la più importante; essa presentasi sotto l'aspetto di tanti tubetti ramificati fra di loro, terminanti a fondo cieco. Le diramazioni si fanno ad angolo acuto, e per lo più si spartiscono in due: rare volte si veggono da un tronco sorgere tre ramificazioni. Tutte queste ramificazioni, che sono involte da una membranella esterna *a* (fig. 243 bis), vanno di mano in mano riunendosi finchè danno origine ad un solo condotto *N'N'* (fig. 245).

La parte secernente è l'estrema porzione dei fondi ciechi *b* (fig. 245 bis), i quali sono occupati da cellule composte, e presentano tutto l'aspetto delle ghiandole. Sembra che uno strato di queste ghiandolette tappezzi tutt'all'ingiro la superficie interna del tubo che succede ai fondi ciechi, diminuendo in copia

di mano in mano che si porta sulle ramificazioni maggiori per poi cessare affatto, di modo che il tubo consta allora della semplice sua parete semitrasparente, ed è trasformato in un tubo puramente conduttore N', N' (fig. 245).

Raccolte tutte le diramazioni in modo da formare un tubo solo, questo, fatto subitamente un angolo, scorre esile per lungo tratto: giunto in n' fa una nuova curva, quindi s'allarga per costituire il ricettacolo N, N del fluido secreto. È questo fusiforme, con un collo assai lungo, e col suo ingrossamento massimo in vicinanza alla sua estremità inferiore. I due serbatoi, quello di destra e quello di sinistra, si portano verso la linea mediana, e giunti in vicinanza dell'ovidotto, si restringono un pochetto, si fondono nell'unico tubo O , il quale dopo il decorso di $0^m,001$ si apre nell'ovidotto stesso.

2.^o *Borsa accessoria o ricettacolo seminale.* — Al disopra dell'inserzione delle ghiandole sebifiche s'innesta sull'ovidotto il condotto M d'una borsa particolare F , che dal suo ufficio è detta il *ricettacolo del seme*, già veduta da Malpighi nel baco, e in altre specie da Herold, Suckow ed altri. Essa ha la forma di cornamusa, con un'estremità grossa, arrotondata F , ed una esile prolungata in un breve tubo G chiuso alla sua estremità. Alla metà della borsa, nella sua parte convessa, ha origine il tubo H esile e lungo due linee circa, che si inserisce esso pure nell'ovidotto, appena al di sotto del condotto della borsa copulatrice (1).

La forma di questo ricettacolo seminale varia assai tanto nella sua parte ingrossata, quanto nella sua estremità tubulare. La figura 246 (A, B, C, D, E, F, G, H) rappresenta le varie forme che mi fu dato di riscontrare, ma non credo che siano le sole. La terminazione del tubo ora è semplice, ora bifida, ora trifida, e perfino quadrifida; l'estremità espansa poi ora è a tubo di grande diametro, ed ora ampolliforme, ora finalmente si riscontra con un altro ingrossamento all'inserzione del condotto secretore. Ritengo che le differenze di forma che si osservano nel ricettacolo seminale debbansi ripetere anche dallo stato di vacuità o di pienezza della vescica. Il tubo escretore si presenta talvolta rinvoltito a spira e (fig. 246 D), ma questo caso è assai raro.

Questo tubo escretore s'allarga al punto di sua inserzione sull'ovidotto, la quale inserzione è notevole, perchè non collocata di contro all'apertura della vescicola seminale copulatrice, come si osserva nella pluralità degli altri generi di lepidotteri (2). L'accennata vescicola dopo la copula è piena di liquore seminale.

(1) Nella figura 245 l'accennato condotto ed altre parti analoghe, anziché in perfetta proporzione, sono disegnate alquanto più lunghe, nello scopo che il lettore possa agevolmente comprenderne i varii rapporti, e sia possibilmente evitata la confusione nel rappresentare parti tanto complicate.

(2) Herold, Opera citata (Tav. IV, fig. 1, g, u).

3.° *Borsa copulatrice.* — La borsa copulatrice (*spermatheca* d'altre volte) è un'ampia borsa piriforme *A* (fig. 245) d'aspetto madreperlaceo, che ha un lungo tubo *B* a collo con cui esce all'esterno: un secondo tubo *E* s'inserisce nella sua parte più ampia, e di là si distacca per portarsi all'ovidotto: questo secondo tubo serve a trasmettere il contenuto della vescica nell'ovidotto stesso.

Condotto della borsa copulatrice. — Questo canale *E*, esile, madreperlaceo, talvolta un poco contorto, si mantiene sempre dello stesso calibro, nè s'ingrossa al punto d'inserzione sull'ovidotto, la quale succede un poco più in su di quella del condotto della ghiandola accessoria.

La borsa copulatrice cambia di forma secondo il suo stato di maggiore o minore vacuità: quando è piena si presenta bernoceolata, stante che nel suo interno è divisa in due o tre leggeri scompartimenti, nei quali, raccogliendosi la materia seminale, forma delle masse distinte.

L'ufficio di questa vescica, come sarà detto a suo luogo, non è solo di raccogliere il seme durante la copula, ma ancora di modificarlo, in vista di che parmi non abbastanza appropriato il nome adottato per la medesima.

Il suo collo allungato ricetta il pene durante il coito e termina all'esterno con un'apertura che si apre in un'apposita lamina coriacea.

B. Organi genitali femminili esterni. — Riposano questi nell'ultimo anello addominale tagliato in ischio come quello del maschio; per cui collocato l'insetto sul suo dorso, se ne vede l'interno, offrendosi più sporgenti le parti dure che costituiscono gli organi genitali esterni.

Coperta in parte dalla porzione ventrale *A* (fig. 247) dell'ultimo anello sta la piastra *B* (fig. 247, 248 e 250) assai importante, di forma semi-anulare che rappresenta l'arco ventrale dell'ultimo zoonito. Questa piastra o lamina è quadrilatera e presenta un margine anteriore, uno posteriore e due laterali. L'anteriore *a*, *a* (fig. 250) offre una doppia armatura ed un risvolto ad orletto, per cui lungo questo margine si forma una doccia, che in forza della sporgenza maggiore esibita dall'orlo stesso in corrispondenza della linea mediana, si approfonda e vi traccia una specie di cavità imbutiforme, al fondo della quale sta l'apertura *C* (fig. 250) della borsa copulatrice.

I lati β , β si prolungano anteriormente in un uncino che si porta presso l'arco dorsale. Alla base della cavità imbutiforme, dal lato anteriore, partono due carene semi-circolari σ , σ , che si portano sulla superficie della lamina e scompaiono.

Il lato posteriore, ingrossato ed assai oscuro, offre nel mezzo una forte smarginatura π , e i due margini laterali Δ , Δ ondolato-dentati.

La superficie della lamina presenta nella linea mediana una doccia lungo la quale il pene scorre al principiar della copula, e dalla quale è guidato con maggior sicurezza nella cavità imbutiforme, e da questa nel condotto della vescicola copulatrice.

Lamina del segmento od arco dorsale. — Il segmento dorsale di quest'ultimo zoonito è formato da una laminetta non molto dura, che va ad incontrare la lamina ora descritta; solo i suoi margini laterali, più solidi, offrono un orletto sporgente dalla lamina ventrale, il che dipende dall'essere il segmento dorsale più lungo del ventrale: per tal modo l'anello è compiuto da queste due lamine.

Eminenza emisferica. — Il campo di mezzo, chiuso dai due archi ora descritti, è occupato da una eminenza emisferica, che termina il tubo dell'ovidotto. Essa fa cappello, per così dire, all'estremità di questo tubo, essendone più voluminosa, ed esistendo dietro di lei un colletto più stretto: è ricca di peli, specialmente al contorno della sua base, come si può vedere nella figura 254.

Tra quest'eminenza e l'anello coriaceo formato dalle descritte due lamine, l'addome è chiuso da una membrana molle che permette vari movimenti specialmente all'eminenza centrale. Ai due lati di questa, in due punti opposti e trasversali, la membrana stessa è assai lassa e può subire un'infiammazione dal di dentro al di fuori in due borse o vesciche che sorpassano in volume l'eminenza emisferica. Tale infiammazione delle vescicole può osservarsi nel momento in cui la femmina aspetta il maschio. Sono esse di color giallo di zolfo, e dalle loro pareti esilissime traspare il giallo del liquido sanguigno che le distende. La figura 254 rappresenta appunto l'estremità dell'addome con queste due vescicole *B, B* rigonfie, come la figura 255 le rappresenta pure in *B, B*, a metà flaccide colla membrana ripiegata e prossima ad essere ritirata indietro: all'incominciare della copula spariscono. La membrana di cui queste vescicole sono formate è anista.

Nel centro dell'eminenza emisferica stanno le già indicate due esilissime aperture *C, D* (fig. 247 e 248); la prima per l'uscita delle uova, la seconda per l'uscita del liquido escrementizio urinoso.

APPENDICE AL CAPO II.

Del baco decrepito.

(Tav. XV.)

L'organismo del baco è sempre in mutazione anche dopo essere giunto allo stato perfetto. Tutti i suoi sistemi vanno struggendosi con maggiore o minore rapidità secondo che sono più o meno importanti alla sua vita.

Ecco le principali modificazioni che vanno subendo i varii sistemi:

1.° Il *sistema digerente* (fig. 269 e 271) continua ad accorciarsi; le sue parti si isolano sempre più; il tenue ed il retto si fanno maggiormente esili ed allungati; i vasi uriniferi, che nei primi tempi sono sviluppatissimi, vanno essi pure atrofizzandosi. L'inserzione dell'esofago nello stomaco talora cessa, e si vede lo stomaco libero nella sua parte superiore; le sue villosità sono aumentate assai; la sua cavità ammentata; la materia di cui consta facilmente distruttibile. Se le sue membrane si presentano al microscopio, si veggono i muscoli *b, b* (fig. 274) mezzo distrutti; essi non formano più un piano continuo, ma risolvonsi in fibre sparse qua e là, nelle quali le striature trasversali si distinguono con difficoltà.

Le villosità crescono parimenti sul tratto tenue dell'intestino *B* (fig. 275), e la vescica che raccoglie l'urina è nel suo decreseere dopo essere giunta all'apogeo dello sviluppo: sulla sua membrana si veggono le ghiandolette *b, b* (fig. 273), di cui si è già parlato altrove, prossime a disaggregarsi.

In questi ultimi momenti il bombice sospende anche la secrezione o, per meglio dire, la dejezione del fluido urinoso.

2.° *Apparecchio del seritterio*. — Questo è in decremento dalla quarta muta del baco in poi: tuttavia durante la decrepitezza del bombice le parti che lo compongono vanno scomparendo con maggiore rapidità. Ridotte a due esili nastri *B* (fig. 275), stanno schiacciate contro la parete centrale dell'addome; il loro colore è giallo e d'una durezza discreta. Sono questi avanzi del seritterio che il professore De Filippi descrisse già (1851) come ghiandole distinte, destinate alla secrezione del fluido con cui la farfalla s'ajuta per diradare le maglie del bozzolo e uscirne. Quest'opinione venne più tardi (1853) abbandonata dal distinto zoologo di Torino.

3.° *Sistema nervoso*. — Il sistema nervoso del capo non offre mutazioni sensibili, poché quello del corsaletto, molte invece quello dell'addome. I ganglii tutti quanti vanno scemando (fig. 272), presentandosi come esilissimi ingrossamenti dei cordoni connettivi, i quali anzi talora danno indizio dell'esistenza d'un ganglio solo col mostrarsi leggermente più opachi in quella corrispondenza. I cordoni connettivi poi veggonsi ondeggianti, sinuosi, formare delle curve tra il posto di un ganglio e quello d'un altro. Da essi partono ancora i filamenti, i quali pure perdettero di solidità.

I globuli nervosi vanno scomparendo e non rimangono che le fibre, forse appunto perchè il posto principale di quelli è ne' ganglii. L'innervazione nelle ultime ore della vita del bombice pare alterata, le forze gli vengono meno; se si rovescia sul dorso non può più rimettersi sulle zampe, e molti de' suoi movimenti appajono assai incerti.

4.° *Sistema riproduttore.* — A. *Sistema riproduttore maschile.* — I testicoli *d* (fig. 276) si fanno sempre più piccoli in confronto del condotto deferente *e*, *e* che rimane voluminoso, e il cui colore è bianco perlaceo. Le sue circonvoluzioni non che quelle delle ghiandole accessorie costituiscono gli oggetti dominanti nel basso della cavità addominale. L'alto è tutto occupato dalla vescicola aerea, per cui l'addome viene a trasformarsi in una cavità le cui pareti sono appunto tappezzate dalle pareti della vescicola stessa. Nelle vescicole seminali o spermatiche, lungo il canale ejaculatore, veggonsi ancora de' zoospermi, quelli cioè che anche dopo la copula non vennero spinti fuori.

Le pareti di questi tubi si fanno apparentemente e più solide e più opache, ma si rompono però più facilmente. Diminuendo sempre più il sangue nel bombice, i tubi restano assai avvicinati gli uni agli altri.

B. *Sistema riproduttore femminile.* — Questo sistema si atrofizza come gli altri tutti, appena il bombice femminile ha terminato di deporre le uova. E primieramente devo far osservare che alla femmina manca frequentemente la forza di emettere tutte le uova contenute ne' suoi ovarii, per cui se ne rinvencono anche dopo la sua morte: se le uova non emesse sono superiori allo sbocco del canale della borsa copulativa rimangono infecondi; se invece gli sono inferiori, appajono già fecondati.

Gli ovarii vuotati delle loro uova si presentano come tubetti composti d'una membrana diafana, che rinvenuta sopra sè stessa non offre le dilatazioni e gli stringimenti prodottivi dalla presenza delle uova.

L'estremità ovoidea con cui termina l'ovario giovine e vigoroso è scomparsa totalmente; il manicotto *m, m* (fig. 245, Tav. XIV), di cui ho già parlato, diventa qui triangolare e proporzionatamente più grosso (*m, m* fig. 270, Tav. XV); al di sotto di esso il tubo ovarico conserva ancora un certo volume, mentre al di sopra è ridotto ad un esile filo. La parte superiore *n, n* (fig. 270), che sarebbe il vero ovario produttore de' germi, scomparirebbe prima delle parti destinate soltanto a condurre le uova.

La borsa copulatrice *e* (fig. 270) offre una grande differenza nella forma che si avvicina a quella d'una pera coll'estremità libera ingrossata: il suo contorno è ineguale e mostrasi come divisa in tre masse, quasi chè altrettante divisioni la segmentassero nel mezzo. Presenta l'aspetto descritto da Malpighi, il quale forse si valse d'un individuo decrepito per l'osservazione di siffatto organo. La borsa è ancora fornita nel suo interno di sostanza seminale, la quale essendo qui concreta, bianca, opaca, non è forse più idonea a scorrere ulteriormente per l'esile condotto *d* che le dà passaggio per guidarla nell'ovidotto. Il condotto escretore però e l'ovidotto contengono ancora della sostanza seminale che presenta i caratteri del seme normale, e che suppongo capace di fecondazione.

L'ovidotto *b* (fig. 270) conserva ancora l'aspetto normale; tanto questo però, quanto la borsa copulatrice assumono una tinta madreperlacea ancora più distinta, causata forse dall'asciugamento subito dalle due pareti, non che dalla tensione maggiore cui pervenne la sua membrana esterna.

Le ghiandole del glutine si alterano grandemente, di preferenza nella loro parte secretrice *h*, *h*. Gli acini scompajono e tutto viene assorbito.

Il sangue diminuisce in copia e presenta un maggior numero di corpuscoli vibranti.

L'evaporazione, che avviene abbondantemente dal corpo della farfalla decrepita, essicca tutte le sue parti interne, le quali per tal modo riduconsi ad un minor volume e permettono all'aria contenuta nella vescicola aerea (*Saumagen*) che si distenda maggiormente. Se si seziona una farfalla negli ultimi momenti della sua vita, si vedrà che l'addome è ridotto ad una cavità vuota, la quale è tappezzata dalla membranella della vescicola aerea, che vi aderisce sempre più quanto più le parti si mostrano meno imbevute di liquidi.

I sensi si attutiscono nella farfalla decrepita, gli occhi non sembrano quasi più impressionabili dalla luce, ed i suoi movimenti si fanno incerti e tremanti. Le ali battono con minor forza e ad intervalli più lunghi. Alla fine ogni resto di vita si estingue.

Se la farfalla muore sulla tela ove si usa collocarla affinchè vi deponga le sue uova, non è raro vederla tuttavia aderente al tessuto per mezzo de' suoi uncini. All'epoca della morte le ali sono quasi interamente prive di squame pel lungo dibatterle.

PARTE TERZA

FISIOLOGIA DEL BOMBICE DEL GELSO.

La fisiologia del bombice del gelso è ancora avvolta nelle tenebre; le nozioni che si hanno di essa sono ben poco maggiori di quelle che si possiedono intorno alla fisiologia degli insetti in generale, ed i dubbii che s'incontrano nel tessere la storia fisiologica del baco sono gli stessi che presentansi ogni qualvolta si viene discorrendo di qualsiasi altro insetto. Nei *Cenni storici* premessi a questa Monografia il lettore potè già osservare come sia stato per lungo tempo intentato argomento lo studio degli organi in azione, e del modo con cui si compiano le varie funzioni nel bombice del gelso; il che fa tanto più meraviglia quando si riflette che solamente da tale studio, basato sull'anatomica cognizione del suo organismo, potevansi sperare veri progressi nell'industria del suo allevamento.

L'anatomia sola (e ciò valga per qualunque animale) non spiega il giuoco degli organi, per conoscere il quale è necessario giovarsi del sussidio degli esperimenti: ora sospendendo, ora attivando una funzione organica, ora studiandola nelle sue aberrazioni patologiche, si cercò di penetrare e conoscere, dagli effetti dell'esperienza, il suo genere d'azione, la sua intensità, la sua sede. Per tal modo, a cagione d'esempio, sezionando i nervi, si arrivò a svelare l'influenza di questi misteriosi fili che dal centro nervoso si diramano nelle più intime parti, portandovi una vita palese ne' suoi effetti ed ancor ignota nella sua essenza; esportando le ghiandole salivali venne a farsi manifesto l'ufficio di tutti i liquidi che esse secermono; dall'adattata somministrazione degli alimenti si ebbero molti preziosi dati intorno alle secrezioni degli organi che accompagnano il tubo intestinale.

Difficoltà di giovare degli esperimenti cogli insetti. — Pur troppo la via sperimentale è quasi impossibile cogli insetti. Il taglio delle parti interne è d'una difficoltà estrema e per la loro piccolezza, e pel guasto che si opera delle parti vicine. Il corpo tutto molle delle larve, e di molti insetti anche allo stato perfetto, distendibile in uno e contrattile, sicchè le parti perdono subito i loro rapporti, aumenta le difficoltà dell'esecuzione e l'incertezza del risultato. Come essere sieno di riferire alla giusta sua causa un effetto, quando questo si verifica per mille guise, e quando nella vivi-sezione tutto il corpo ne soffre? In questi ultimi tempi l'uso dell'etere venne ad aiutare l'entomo-fisiologo, e si vedrà in seguito come si possa, mercè le sue proprietà anestetiche, aver ricorso ad operazioni ch'erano impossibili prima di tale ritrovato. Lo stesso si dica dei risultati che si potrebbero ritrarre dal variare

gli alimenti; chè gl'insetti difficilmente s'adattano a mutare i cibi che la natura loro assegnò per nutrimento, e d'altra parte è così tenue la differenza delle varie foglie dal lato della chimica loro composizione elementare, che ben poco si può dedurre dalle mutazioni che contemporaneamente manifestansi nell'organismo. L'animale muore prima ancora che sorvenga ne' suoi organi definita e distinta mutazione.

Chechè ne sia, io verrò qui esponendo, colla maggior brevità possibile, quanto se ne sa in proposito, aggiungendo il risultato delle mie particolari osservazioni intorno ai precipui atti fisiologici che compie il baco durante tutta la sua vita. Ove occorra, il mio discorso si farà generale, passerà cioè dal bombice del gelso agli altri insetti, con che la storia dell'uno e degli altri verrà a ricevere vicendevole schiarimento.

Divisione della Parte III. — Dividerò questa terza Parte in due Capi, nel primo de' quali tratterò dei costumi del mirabile insetto, delle sue abitudini, delle mute, delle metamorfosi e del suo modo di riprodursi; sarà questa la fisiologia di tutto l'animale. Nel secondo Capo invece io cercherò penetrare nei costumi, se mi è concessa la frase, dei sistemi e degli organi in particolare, cioè tratterò delle varie funzioni partitamente, nell'azione delle quali si trova poi la ragione prima di ogni atto del nostro insetto.

Avanti di cominciare mi corre l'obbligo di dichiarare che la fisiologia del baco da seta progredi quasi esclusivamente per opera degli Italiani, e che il sommo Malpighi, Alessandrini, Carlo Bassi, De Filippi, ee. vanno salutati siccome coloro che con maggior profitto si occuparono di questo interessante argomento.

CAPO I.

Costumi, mute, metamorfosi e riproduzione.

La larva del bombice del gelso (*Baco da seta*, *flugello*, ital.; *vers-à-soic*, franc.; *silkworm*, ingl.; *seidenwurm*, *seidenraupe*, ted.; *gussano de seda*, spag.; *magnan*, proven.; *bigatt*, *cavaller*, *cavallée*, mil., ecc.) passa la rigida stagione allo stato embrionale nell'uovo.

Uscita del baco dall'uovo. — Quando l'embrione è arrivato al suo ultimo sviluppo, a cui lo portarono il compiersi del tempo stabilito al suo svolgimento e la necessaria temperatura, esso non capisce più nel piccolo ovicino, il quale si è fatto più oscuro per la trasparenza dell'embrione attraverso al suo guscio. Già si è detto di che si compone quel guscio, che è esile, elastico, fragile, e granulare nella sua superficie. Il suo colore mutatosi dal pagliarino, attraverso a mille degradazioni, in bigio violaceo, negli ultimi di si fa più cenericcio, specialmente in quella parte dell'uovo cui corrisponde il nero intenso del capo

dell'embrione; poi un po' si imbianchisce. Il guscio vuotato è bianco. Molto varia il peso dell'uovo dall'epoca della sua deposizione a quella in cui è giunto a schiudersi per lasciar uscire il bacherozzolo: considerevole dapprima, va poi decrescendo fino al sopraggiungere del verno, in cui resta stazionario: ai primi tepori della stagione la diminuzione ricomincia e continua fino allo schiudimento. Da parecchie osservazioni risulterebbe che la perdita del peso totale fino alla primavera è dell' 1 per 100, e dalla primavera allo schiudimento è del 7 per 100. Si discusse a lungo sul modo col quale l'embrione esce dall'uovo: alcuni sostenevano che l'uovo presentasse un coperchio speciale che spaccandosi lasciasse un'apertura per cui passare il baco; altri invece ritenevano che il vermiciuolo si rodesse colle mascelle la propria uscita.

Non era possibile offrire un'esatta spiegazione di questo atto fino a tanto che non si potesse studiare il modo di formazione del guscio stesso. Le uova stanno nei tubi ovarici l'uno dopo l'altro, disposti in modo che il loro massimo diametro è nel senso dei tubi stessi dell'ovario e della via che debbono tenere per uscirne.

Se si osserva la membrana coriacea quando essa si forma, si vede che presenta due centri di chitinizzazione (mi si perdoni questa parola analoga alla *ossificazione* delle parti dure degli animali superiori), e che la sostanza dura non sorge in varii punti del guscio per poi invaderne tutta la superficie, come neppure da un punto solo per poi irradiarsi da quello a tutto l'uovo.

Due sono i primitivi centri della formazione della materia dura, corrispondenti alle due estremità dell'uovo ($A^{1...5}$ e $B^{1...5}$, fig. 112 bis, Tav. IX). Ma questi due centri di deposizione e di diffusione della chitina hanno una diversa epoca di comparsa, una diversa rapidità di sviluppo, un diverso limite a cui arrestarsi. È l'estremità $A^{1...5}$ che prima mostrasi opaca al microscopio, come quella nella quale per la prima accade la deposizione della materia dura; e l'opacità da quell'estremità continua occupando le due superficie piane dell'uovo e portandosi verso l'altra estremità: prima però di arrivare a questa anche l'estremità $B^{1...5}$ incomincia ad offrire un centro di deposizione, il quale tuttavia procede e si diffonde con molto maggiore lentezza. Desta meraviglia l'osservare come tutte queste azioni tendano a contrabbilanciarsi per raggiungere lo scopo prefisso. I margini con cui termina la sostanza coriacea nel mentre questa si diffonde, non costituiscono una linea trasversale o normale al massimo diametro dell'uovo, ma sibbene una linea obliqua, come lo indicano le lettere $X X'$ della figura suddetta. Il centro d'induramento anteriore (1) quando è arrivato ad

(1) A distinguere la posizione *anteriore* dalla *posteriore* ritengasi l'animale collocato sulle sue zampe, considerata la testa come anteriore, l'ano come posteriore.

un dato punto s'arresta, e in allora termina con una linea obliqua netta, precisa, anzi direi quasi con una linea leggermente ingrossata. Il centro posteriore egualmente si porta verso questa linea, ove giunto, s'arresta del pari, e lungo la medesima i due centri si combaciano senza fondersi, conservando una minore solidità che non nelle altre parti. Si potrebbe dir quasi che vi ha contiguità, non continuità di tessuto. Un'altra singolarità da me rimarcata si è che la linea obliqua lungo la quale si sono combaciate le due lamine coriacee come due semisfere, ora volge a destra, ora a sinistra, sempre alternando (*B, B', B'', B'''*, fig. 412 *bis*, Tav. IX). È lungo questa linea che succede la rottura dell'uovo nel momento in cui esce il piccolo baco. L'apertura però riesce alquanto piccola, e l'animaletto la rode un poco tutt' all'ingiro, prima prova a cui vengono messe le sue mandibole.

Lo scoppietto constatato da tutti i bacofili, il quale si ode nel momento in cui si schiude la semente, è prodotto dalla rottura dell'uovo lungo la linea *XX'*. Durante lo scoppietto, se le uova sono staccate, si vedono talvolta sollevarsi con piccoli salti.

Il baco sta ravvolto nell'uovo, la cui apertura corrisponde al luogo ove capo e coda chiudono il cerchio fatto dal corpo del piccolo verme. Movimenti particolari gli facilitano l'uscita; tosto che l'aria ha fatto irruzione nell'uovo, il volume del bacherozzolo si fa ancora maggiore, nè più potrebbe capirvi.

Qualche volta si ebbe ad osservare che il piccolo animaletto, forse per non avere rosicchiato abbastanza il guscio, non può farne uscir fuori il capo rigido e grosso; in allora si ravvolge nell'uovo stesso e tenta d'uscirne per l'ano. Inutile fatica! Uscitane la coda, il capo rimarrà sempre nel guscio, ed il malacorto morrà prigioniero, di fame e di fatica.

I bacherozzoli nascono di preferenza al levar del sole. Nel corso della giornata o non ne nasce o ne nascono ben pochi.

Paragonato il peso del guscio con quello del bacherozzolo, si trova che 1000 parti di uova consegnate all'incubazione danno:

Bacherozzoli nati	Parti 729
Gusci	» 188
Materie vaporate	» 83
	Parti 1000

Appena uscito dal guscio il baco sta qualche istante tranquillo, e dopo si fa a rintracciare l'alimento di cui deve nutrirsi per tutta la vita. In questo breve momento di riposo tutte le sue parti esterne s'indurano e si fanno atte ai loro uffici. Il baco in quest'epoca è perfettamente formato come il baco più avanzato

in età, sebbene la sua piccolezza lasci forse sfuggire alle ricerche alcune parti che solo qualche tempo dopo si fanno sensibili. Esso possiede già gli organi della seta; qua e là perde già qualche filo con cui assicura la propria esistenza in caso che le delicate zampe non lo reggessero.

Appena nato, il baco mangia di preferenza la parte più molle della foglia, e la intacca non ai margini ma alle due superficie; sicchè finisce col perforarla cercando gli spazii che stanno tra le nervature della foglia stessa.

Ufficio dei peli del baco appena nato. — L'ufficio de' molti peli che ne vestono il corpo è tuttavia ignoto: servono essi forse per difendere quel tenero e filiforme organismo, o forse ad assorbire o ad emettere l'umidità? La loro struttura fatta a sega, struttura che non offrono i fili del baco adulto, potrebbe anche agevolare il suo movimento nella voluta direzione; ciò s'intende per quei bachi che toccano il piano su cui camminano, oppure gli oggetti tra cui piace loro d'internarsi quando siano sugli alberi.

I peli rendono il baco assai più fosco di colore; imperocchè, mentre alla vista sembrano neri in quella prima epoca della loro vita, il colore della pelle è biancastro, sudicio; la testa è proporzionalmente assai grossa e d'un nero lucente.

Alla fine del secondo giorno incominciano i bachi a mangiare con avidità; e nel mentre che l'appetito in loro cresce durante il terzo ed il quarto dì, il loro colore continua a farsi più chiaro.

Nel quinto giorno, scemato l'appetito, essi si apparecchiano a quell'importantissimo atto della loro vita di larva che replicano per quattro volte e che è conosciuto sotto il nome di *muta*, di *letargo*, di *dormita*, o di *assopimento*.

La durata della prima, come quella delle altre, varia secondo la temperatura ed il cibo apprestato; così sarà di 5 giorni se il termometro avrà segnato 19° R.; di sei se 17° a 18°; di sette se 16° a 17°.

È difficile valutare la quantità di foglia che il baco mangia in questa età; tuttavia, secondo molti baconomi, è ritenuta da 4 a 5 chilogrammi per quanti bachi escono da un'oncia di seme. Il piccolo baco prossimo alla muta si fa quasi trasparente e cambia leggermente di colore. Se non ha mangiato tutta la quantità necessaria di foglia, esso ne cerea, chè senza di essa il fenomeno non può accadere che imperfetto, ciò che deve essere di norma al baccajo solerte.

Descrivendo quest'operazione della prima muta, avrò molto meno a dire delle mute successive assai analoghe a questa prima.

Della prima muta. — La muta della pelle è una delle crisi più gravi che possa subire il corpo del baco; nessuna meraviglia or dunque se parecchie malattie, cui esso va soggetto, manifestansi più gagliarde in quegli istanti in

cui per l'effetto stesso della muta il corpo del baco è reso debole, e le sue funzioni gravemente perturbate. Mal s'apposero Heintl e molti altri quando ritennero essere la muta un sonno, come pure è falsa l'appellazione di *dornita* con cui da molti suolsi indicare la muta. I costumi e gli atti con cui il baco vi si prepara accennano a questa importanza della muta, operazione più grave di quanto ritenevasi in passato, quasi fosse un semplice mutamento di pelle.

Lo stesso Malpighi a pag. 5 dice: *Quis tamen tam laboriosam metamorphosin, renovato capite, dentibus, corio, pilis et forte quibusdam musculis somnum appellet?* e tuttavia la chiama *sonno*; ma poi descrive la metamorfosi per cui si fa crisalide con molte particolarità che furono dopo di lui trascurate.

Tranne qualche piccola differenza, l'abbandono della pelle tra le varie età del baco nello stato di larva e quello per cui si muta in crisalide, il fenomeno è eguale; ecco le parole di Malpighi (pag. 4), colle quali, in un luogo tra gli altri, tocca di questi fenomeni: *et tandem se junctum a recenti corium tonga pedum jactatione, excutere incipiat, facta circa cranium separatione et deductis per latera nigris quibusdam quasi lineis que excoarationis progressum exhibent.* I Chinesi conoscono l'importanza della muta, chiamando col nome di 1.^a, 2.^a, 3.^a giovinezza i varii stadii della vita del baco, quasi fossero altrettanti rinascimenti.

Quando il baco si prepara alla muta non prende cibo per qualche tempo, e libera anzi la parte ingombra dell'intestino dalle materie fecali che vi erano raccolte. Esso tentenna il capo quasi per scuotere qualche cosa che gli dia noja, ed abbandona sulla foglia, ove intende di passare la crisi che l'aspetta, alcuni fili di seta, cui s'attacca fortemente, in ispecial modo cogl'uncini delle false zampe posteriori; ciò che gli è necessario per potersi in seguito liberare con facilità della pelle che dovrà abbandonare. Prima di accingersi a quest'operazione vedesi il baco aggirarsi qua e là finchè abbia rinvenuto qualche sito più tenebroso ch'egli preferisce.

Fissatosi in posto, il baco rimane tranquillo colla metà anteriore del suo corpo sollevata e verticale, immobile per tutto il tempo della mutazione. Frattanto il suo colore si cambia e si fa più bruno, il che dipende dalla vecchia pelle che, distaccatasi dalla nuova e non più unita all'animale, comincia ad asciugarsi.

Una parte che si modifica assai e che dà un aspetto affatto particolare al bacolino in questo momento è il capo. La novella testa che sta formandosi colle dimensioni che le sono proprie, e che stanno in rapporto col baco fatto più grosso, dimensioni che essa deve assumere direttamente in causa della sua rigidità, la novella testa, dico, si genera direttamente al di dietro della vecchia, la quale non potrebbe contenerla, e fa del tutto deforme il primo anello

che la ricetta. Il vecchio capo pare allora più piccolo di prima e comincia a farsi trasparente.

La durata di questo stadio di torpore differisce da quello delle altre mute, come pure col variar della muta variano anche i rapporti di volume tra il baco prima del torpore e il baco che ne è uscito. Il capo, per esempio, dell' insetto che esce dopo il primo torpore è quasi triplo di grandezza di quello della prima età, mentre tra il secondo e il terzo stadio è solamente il doppio.

Quando è terminato il processo esterno ed interno della formazione delle parti che novellamente dovevano costituirsi, le vecchie parti cominciano ad abbandonare l' animale, che con mille sforzi cerca liberarsene. Altre volte credevasi che alla sola pelle si riducessero le parti che il baco abbandona dopo il torpore, ma ora si sa che sono esse ben più numerose e ben più profondamente collocate, poichè il baco, oltre il capo e la pelle, muta tutte quante le trachee, non che una porzione dell' intestino, e tutti gli organi inservienti alla masticazione.

Distacco del capo. — Quando il baco s' apparecchia a quest' abbandono, svegliatosi dal suo torpore, comincia col capo e col corpo a fare dei movimenti. Sotto l' azione di questi il margine posteriore del capo si distacca dal margine anteriore del primo anello. Talvolta questo distacco del vecchio capo è totale ed esso cade; talvolta, rovesciatosi sulla parte ventrale del baco per una piccola attaccatura che ivi conserva, vi rimane aderente. Se il distacco della testa si tenta d' operarlo artificialmente, quando il baco a quest'atto non è ancora maturo, si vede che la forza d'aderenza va diminuendo dalla parte superiore alla inferiore, e con ciò si spiega come talora possa solamente rovesciarsi e non staccarsi (1).

Distacco della pelle. — Allorquando il capo collo staccarsi perdè i suoi rapporti, la vecchia pelle, non più obbligata alle due estremità del baco che crebbe di volume e la rese molto tesa, si contrae leggermente e lascia sporgere l' estremità anteriore del baco dalla sua apertura circolare che si produsse per la caduta del capo.

Il baco cerca tosto d'uscire da questo sacco in cui sta chiuso, e con contrazioni reiterate che vanno dalla testa alla coda spinge d'anello in anello la vecchia cute che lo serra; e la vecchia cute essendo, come dicemmo, aderente ad un corpo fisso, le fatiche del baco trovando un punto d'appoggio, non vanno perdute e agiscono tutte utilmente al loro scopo.

(1) Il capo caduto mostrasi affatto intero, composto di una lamina cornea, bianchiccia, trasparente. Esso presenta l'inviluppo delle mascelle che pure si sono riprodotte, come altresì quello de' palpi e delle dodici eminenzette oculiformi che ritengono per gli occhi in questa larva.

Presenza d'un liquido fra le due pelli. — Lo scorrere del baco fuori del suo astuccio è aiutato grandemente da un umore che vi sta frammezzo, che io credo non già prodotto da ghiandole particolari, ma bensì l'effetto della condensazione della abituale traspirazione, la quale, mentre la vecchia pelle si fa morta e meno permeabile durante il torpore, si condensa, stagna, e produce una certa quantità di liquido che umetta ed unge le parti che debbono scorrere le une sulle altre. Sorprendendo un baco mentre si spoglia, si vede umida la superficie del corpo che già uscì dal suo involuppo.

La pelle non s'apre che pel distacco del capo; da tutte le altre parti è chiusa. — Il baco esce quindi dal suo astuccio, e la vecchia pelle non si rompe nè lungo la linea mediana superiore, nè lungo l'inferiore, come da molti si crede, e come sembra voler significare la preparazione offerta dall'egregio dottor Maestri alla patria esposizione industriale dell'anno 1853. Abbandonata totalmente la spoglia, questa, sebbene con difficoltà, perchè ravvolta dall'umore essiccato che servì ad umettarla, può tuttavia svolgersi nell'acqua e trasformarla in un vero sacco aperto solamente ad una delle sue estremità.

Dalla vecchia pelle traspajono le parti sottoposte, le quali corrispondono perfettamente, finchè non abbia ancora avuto luogo alcuno scorrimento delle parti, alle analoghe della vecchia buccia, tranne che si veggono più grandi. Così le vecchie stigme si veggono applicate davanti e di sopra alle nuove, che più ampie si formarono di sotto; sicchè si scorgono le antiche concentriche alle novelle, e circondate da queste per un orlo od aureola oscura che sporge tutto all'ingiro della loro periferia e che traspare.

Muta del sistema tracheale. — Appena il baco incominciò i suoi movimenti vermicolari, e le parti le quali debbono abbandonarlo perdettero colle sottoposte i loro rapporti, un nuovo fenomeno ferma l'attenzione di chi contempla il fatto.

Dalla prima e da tutte le diciotto altre stigme di nuova formazione si vede, anche ad occhio nudo, uscire una listerella o nastrino di color nero, che va a congiungersi alla parte interna di ognuna delle diciotto vecchie stigme, di quelle, cioè, che originariamente loro corrispondevano; listerella che mano mano s'allunga quanto più va allontanandosi la stigma nuova dalla vecchia che ad essa si riferiva. Il corpo del baco in quest'istante presenta quindi ad ambo i lati del corpo due linee nere interrotte, e composte ognuna di nove listerelle che si stendono fra le sue stigme omonime. Allorquando poi già di tanto scorse la pelle che la quarta stigma nuova, per es., venne sotto alla terza vecchia, e la terza nuova sotto alla seconda vecchia, e così via discorrendo, le due linee nere ai lati non sono più interrotte, ma si fanno tutte continue e mostransi assai palesi.

La figura 172 (Tav. XI) rappresenta una porzione di spoglia di baco teso con degli spilli, e veduta dalla parte della superficie che toccava il corpo; *e, e, e' e'* sono i bendellini attaccati alle vecchie stigme, ed usciti per la rima delle nuove. La loro lunghezza è già tale che costituiscono una linea continuata.

Le due linee nere ai lati del corpo sono trachee. — Da che sono mai formate queste due linee? Ad una tale domanda in questi ultimi tempi si è potuto dare una risposta adeguata che solo il microscopio poteva offrire. Se si pone nell'acqua la pelle di cui il baco venne poco prima a spogliarsi, e se la si agita, si vede che quelle listerelle nere, le quali rivolte tutte in una direzione avevan formate le due linee laterali del corpo, si risolvono in tanti fili più esili, disposti a pennacchio, ramificantisi tra loro, i quali fili di mano in mano che s'avvicinano alla superficie interna delle stigme cui aderiscono, confluiscono tutti e terminano in tre tronchi principali, ed in alcuni secondarii variabili in numero. Se questi fili si sottopongono al microscopio, con meraviglia si vede che constano delle due membrane interne delle trachee, dell'esilissima, cioè, e spesso difficile a scorgersi, che sta più interna di tutte, e della mediana che colle numerose e palesissime sue spire si manifesta chiaramente nella sua natura.

Il baco dunque nella muta cambia tutta la superficie interna del sistema tracheale, e questa sola enunciazione basta a far comprendere l'importanza e la difficoltà di tal atto: importanza per la nobiltà degli organi in cui ha sede, difficoltà per la delicatezza e l'estensione delle parti affette.

Quando, durante il sopore, a ridosso delle trachee si sono formate le nuove membrane che di muta in muta presentano un diametro maggiore, le vecchie membrane si staccano e possono essere, mediante un sistema lentissimo e uniforme di trazione, ritirate dall'interno cavo della nuova trachea.

Se si sottopongono al microscopio le trachee avanti il sopore, o nei primi momenti di esso, le vecchie trachee si veggono circondate da un ammasso particolare di cellule nucleate, eguali a quelle disegnate nelle figure 165 e 166 (Tav. XI), le quali cellule vanno organizzandosi nella nuova tunica spirale, che appare dapprima esilissima, leggermente striata trasversalmente, senza che ancora si possa tener dietro al filo che produce la spira. Ma a poco a poco la nuova spira si offre più palese, ed è all'allineamento delle cellule sopra indicate che è devoluta la formazione delle fibre, o la fusione di queste nella spirale che in definitivo modo costituisce la membrana media dei vasi tracheali. Le spire si rivolgono sempre a destra; poche eccezioni ebbi a rimarcare in questo modo di comportarsi.

La vita che in quel momento anima tali parti è immensa, sicchè ad ogni istante esse cambiano, progredendo rapidamente nel loro sviluppo.

Lo spazio anellare che rimane tra la nuova trachea e la vecchia, che le sta concentrica, varia secondo le differenze di grossezza dell'animale prima e dopo la muta. Quando, per esempio, il baco muta l'ultima pelle per trasformarsi poi in crisalide, la differenza è grande, assumendo in allora la struttura delle trachee dell'insetto perfetto, assai più ampie e capaci che non nella larva.

Durante questa muta si può fare il confronto della struttura delle due specie di trachee. L'esterna appartenente all'insetto perfetto; l'interna, all'ultima spoglia della larva.

Ad ogni giro di spira della trachea della farfalla corrispondono due o tre giri della trachea della larva; non per questo la spira delle trachee della farfalla è più ampia; essa è sempre filiforme; esiste però una membranella esilissima che unisce i giri di quella spira che sono tra loro più distanti. Da questa struttura dipende il colore argentino che le trachee della farfalla presentano in confronto di quelle del bruco; ed io ritengo destinata questa struttura a rendere più capace l'albero tracheale, giacchè la membranella interspirale può cedere all'aria che internamente la preme e, gonfiandosi tra i giri del filo spirale, aumentare assai l'interna capacità; ma di ciò si parlerà più avanti, quando cioè si terrà discorso della respirazione del baco.

Tra la nuova pelle e la spoglia si condensa un umore che ne facilita l'abbandono. — Ho detto più sopra come per facilitare l'uscita dalla vecchia spoglia il baco abbia la cura di assicurar questa col mezzo di qualche filo di seta ch'egli abbandona sulla foglia, e come al momento opportuno se ne stacca mediante appropriati movimenti e contrazioni scorrenti da un'estremità all'altra del corpo. Ma ad accertar la riuscita di questa malagevole e difficile operazione la natura fa pervenire fra le due pellicine un umore particolare che lubrificando le due superficie, le quali si trovano a contatto, fa in modo che possano scorrere più facilmente. Se si osserva un baco nelle parti che da pochi istanti furono denudate, lo si vede ancora umido di tale umore che tosto si dissipa; e si può esserne convinti ancora più se preso un baco che sia in attualità di spogliarsi, lo si ajuti nell'atto e gli si levi forzatamente e prematuramente di dosso la vecchia pelle. D'onde viene un tale umore? è forse un umore speciale che si produce in questa circostanza, od è l'effetto della condensazione dei vapori che costituiscono la traspirazione abbondante del baco? Parecchi annunciarono vasi particolari, comunicazioni speciali tra questo spazio intercuticolare e gli organi interni; ma il modo con cui venne enunciato il fatto non mi convince, nè mi fu dato rintracciare le indicate vie; il perchè io sarei piuttosto dell'opinione

che possa essere l'effetto della condensazione della traspirazione cutanea. Questa la si conosce abbondante nel baco, e può esser tale per le molte ghiandole che si trovano nella cute. Nulla quindi s'oppona a far ritenere che per l'effetto del distacco della spoglia, divenuta questa una cosa estranea al corpo del bruco, sebbene ancor l'avviluppi, e fatta morta, non sia più atta a lasciarsi trapassare in questo stadio dai vapori cutanei, i quali le si condensano sotto, ed assumono nella muta un nuovo ufficio.

La natura di quest'umore è leggermente untuosa e resinosa, ciò che si può desumere dal suo aspetto e dagli effetti che produce sulla vecchia spoglia. Questa, di mano in mano che abbandona il corpo del bruco, si fa tutta raggrinzata, ed è dal bruco abbandonata come un tubetto della lunghezza di 3 a 4 linee, tutto a rughe, e che rimane aperto. Se si leva questo tubetto dal sito ove l'animale risorto lo abbandonò, e lo si pone nell'acqua, esso non si bagna, e si stenta assai a svolgerlo ed a ridurlo della lunghezza che possedeva il baco quando ne era vestito. Un po' di potassa facilita l'operazione, la quale è però sempre assai delicata. Tuttavia, operando colla necessaria diligenza, si riesce ad avere la spoglia tutta intera, un vero sacco membranoso con una sola apertura che corrisponde alle attaccature del *cranio*, come diceva Malpighi. In questo tubo vedonsi fluttuare le vecchie trachee, quali già furono descritte (1).

Abbandono delle trachee. — Appena le trachee e le parti interne destinate a ciò si sono riprodotte, le vecchie trachee cominciano sotto i movimenti dell'animale a perdere i loro rapporti ed a scorrere nel tubo delle nuove. Qui accennerò che questo fenomeno si scorge in tutte le trachee, anche in quelle di secondo e di terzo ordine, fino là ove si vede la membrana spirale che insensibilmente sparisce. È in queste estremità esilissime che più facilmente noi possiamo farci un'idea del modo con cui principia il fenomeno. Ma e nei tubi tracheali che non si ramificano e che conservano eguale grossezza per tutto il loro decorso (quali sarebbero i due rami interstigmatici che uniscono ogni stigma colla vicina dello stesso lato, e con quella del lato opposto nel medesimo anello, passando sotto alla catena gangliare), come accade la cosa? Su di ciò io pensai a lungo, nè sapeva darmi ragione del luogo e del modo ove potesse incominciare il distacco della vecchia spirale. Si rompe essa forse in qualche punto della sua lunghezza?

(1) L'umore aiuta la muta della pelle, conservandole una certa umidità che le impedisce di essicarsi troppo presto. Alcune malattie del baco si debbono all'essiccamento della vecchia pelle sulla nuova. L'uscita del verme è facilitata dalla doppia circostanza che il baco si è impiccolito per essersi vuotato degli alimenti intanto che la pelle è rimasta la stessa perchè non più contrattile.

A queste accidentali non prefisse lacerazioni la natura non ricorre mai per non affidare alcuna operazione al caso. Novelle e più delicate osservazioni mi misero sulla via di conoscere il mirabile processo della natura, ciò che sfuggì a molti osservatori, sebbene rimarcassero l'uscita delle trachee da ciascuna stigma.

Quando io ebbi a descrivere tanto il tronco che scorre da una stigma all'altra, quanto quello che sotto i muscoli oltrepassa la linea mediana del corpo per andare a mettersi in rapporto colla stigma del lato opposto, notai che presentavasi, a metà circa del loro decorso, un piccolo spazio bianco come una specie d'anello o di manicotto. (*Nodo*, De Filippi; *Sfintere*, Lyonet). Veduto al microscopio, quello spazio di trachea risulta privo della tunica spirale. Questo manicotto ha i due orli rialzati, ai quali corrispondono le attaccature delle due spire. Ed ecco qui il punto ove nel momento della muta succede in questi due tronchi il primo distacco della membrana spirale; ond'è che non vi ha un'accidentale rottura, la quale potrebbe indifferentemente capitare in qualsiasi punto della trachea, sibbene un distacco in un punto fisso, ad ottenere il quale le parti sono a ciò organizzate. Per tal modo si spiega, come osservando il fascio delle trachee che uscirono dalle stigme e che ancora stamio attaccate all'antica spoglia, mentre tutti quei rami vanno a finire esilissimi, tre soli (1) terminano ancora grossi e quasi troncati. Della tunica spirale quindi che sta nel tronco, il quale congiunge le stigme dello stesso lato, una porzione esce per una stigma, e l'altra per l'altra: la porzione che occupava il tronco anteriore al manicotto, esce per la stigma anteriore; il tronco invece posteriore, per la stigma che vien dopo, e così di seguito. Analogamente accade allorchè la crisalide abbandona la propria spoglia e ne esce la farfalla.

Nella muta si rigenera anche la membrana interna dell'intestino. — Per esaminare l'interna superficie dell'abbandonata spoglia, più volte spaccai questo sacco, e qual non fu la mia sorpresa nell'osservare che nel suo vano non solo vi fluttuavano le trachee, ma anche un tubo *e*, *d* (fig. 172, Tav. XI), trasparente, membranoso, di pareti esilissime, pieghettato pel lungo, e della lunghezza non minore d'un 0^m,01. Questo tubetto occupava la parte posteriore del sacco, giaceva disteso nella lunghezza di questo, e mentre nella sua parte anteriore era libero, lo vidi aderente nella parte posteriore. Osservando questa sua attaccatura, mi fu facile rilevare che finiva perfettamente all'apertura anale, al cui contorno esso stava aderente; ond'è che neppure all'ano la spoglia è aperta, come dovrebbe esserlo se la vecchia pelle si staccasse al contorno di questo. Da

(1) Il tronco che andava alla stigma anteriore; l'altro che andava alla stigma posteriore; finalmente quello che si portava alla stigma omonima dell'altro lato.

tale ispezione mi fu facile il dedurre che quel tubetto membranoso altro non era che la membrana interna dell'intestino, la quale del pari si rinnova ad ogni muta: non tutta però, ma solamente la sua parte posteriore corrispondente al crasso ed al retto, che sono di preferenza in contatto colle fecce. È questo un fatto assai importante per l'anatomia e per la fisiologia del nostro animalletto, ed anche per tutte le considerazioni filosofiche che si possono fare sopra l'analogia e i rapporti dell'intestino colla cute, considerazioni già instituite per altri fatti analoghi prima d'ora osservati in numerose altre specie di animali. La spoglia con attaccata la porzione mutata dell'intestino è delineata nella figura 172 della Tavola XI. Il resto della membrana interna dell'intestino viene digerita, ed esce colle fecce liquide che precedono il torpore (1).

Riassumendo quanto spetta alla muta del capo, ripeterò che essa si opera in tutte le sue parti esterne, non escluse le mascelle, la filiera, gli occhi, i palpi, e via via. Alcuni sepimenti che si internano un poco nel cavo del capo mostrano che si muta anche l'impalcatura cornea di questa parte. Attaccato al contorno della bocca vedesi il tubetto *d* (fig. 152, Tav. X) corrispondente alla membrana interna dell'esofago, che pure si cambia e resta attaccato al cranio. La figura 143 (Tavola X) mostra spaccato l'esofago *E*, nel cui interno la membrana *G* è già staccata, ristretta a tubetto e pronta ad essere spinta fuori. La fig. 150 (Tavola X) rappresenta la porzione posteriore dell'intestino. *C, C* è la membrana esterna spaccata; *D, D* è l'interna pronta alla trazione che produrrà la pelle onde estrarla.

Della 5.^a muta; sue particolarità. — La quinta muta, che avviene nel quarto di dopo incominciato il bozzolo, e quindi nel bozzolo stesso, s'opera come le antecedenti; tuttavia offre alcune singolarità che vanno notate, e che si ponno ridurre alle seguenti:

1.^o *Riguardo al sito.* — Questa muta si fa nel bozzolo, e quando il baco diventa crisalide. La spoglia è talvolta aderente alla superficie interna del bozzolo.

2.^o *Riguardo al modo.* — La crisalide, la quale manca di quasi tutti i movimenti di cui è dotato il bruco, non potrebbe uscire dal foro anteriore della

(1) La spoglia interna dell'intestino sta addossata alla superficie interna della parte dorsale della pelle abbandonata, e qualche volta la vidi legata alla spoglia del corpo per mezzo di briglie che vi scorrono sopra. Di questa disposizione non so rendermi ragione. Tali briglie non parvero scorrere dalla parte interna d'una stigma all'altra del lato opposto. Queste trabecole al microscopio sono semplici membranelle aniste. Esistono esse già sotto la pelle dell'animale? Se ciò fosse, la loro presenza non sarebbe difficile a spiegarsi; ad ogni modo resta difficile la loro connessione col tubo intestinale di cui la sola membrana interna è retroflessa. Ecco un argomento a nuove osservazioni e a provarci quanto complicato sia ancora il fenomeno della muta. L'estremità libera della spoglia intestinale termina laciniata.

spoglia come ne esce questo; la pelle della 5.^a muta si fende perciò superiormente per un buon tratto, ed è così abbandonata dall'animale (1).

3.^o *Riguardo alle parti mutute.* — Nella quinta muta le parti che vengono abbandonate sono le stesse delle mute antecedenti, ma lasciano dietro di sè parti da esse differenti; egualmente differisce la nuova cute che appartiene alla crisalide, e le nuove stigme che già somigliano a quelle dell'insetto perfetto (2).

Nella quinta muta il capo si distacca in un modo differente; in quanto che non cade, ma resta aderente alla pelle per il suo margine inferiore, ed è raro assai che si veggia libero nel cavo del bozzolo. Osservando con diligenza esso capo, m'accadde di vedere che anche nella quinta muta si cangia pure una porzione di esofago, la cui membrana interna, come quella del retto, esce e rimane presso la spoglia della testa in vicinanza delle mandibole. La figura 151 (Tav. X) indica questo modo di distacco, ed accenna ancora che il capo in questa muta si spacca nella sua lunghezza e si isola il pezzo triangolare che, a guisa di cuneo, sta nel mezzo fra le due lamine parietali emisferiche laterali e la base del labbro. Questo pezzo di cui Malpighi dice *lambdoidulem æmulatur figuram*, non rimane attaccato che pel prolungamento corneo *d*, il quale nella sua parte interna si diparte dal suo angolo acuto, e s'incunea frammezzo ai due parietali.

Sono queste le differenze che osservansi tra le mute durante la vita del bruco, e l'ultima dalla quale il baco esce crisalide.

All'esterno le varie forme che assume il baco indicano il punto in cui si trova la muta; il che specialmente si desume dall'aspetto che prende il capo. Il nuovo capo non può essere contenuto dal vecchio non tanto pel suo maggior volume e per esser più grosso (anche il corpo dell'animale è più voluminoso, ma pure cape nella vecchia pelle), quanto per la rigidità della vecchia buccia. Appena è formato il nuovo capo, scivola al di dietro del vecchio ed ivi si solidifica a perfezione: allora occupa esso il primo anello che in quella località appare assai voluminoso, stante che la sua pelle gli si deve adattare. In quell'istante il baco sembra avere due teste (*a*, fig. 161, A, B, Tav. XI).

(1) I movimenti della crisalide sono limitati alla sua parte posteriore; è con questa che gonfiandosi e restringendosi successivamente opera uno sforzo contro la parte corrispondente della pelle del baco, per cui questa si spacca. Incuneatasi l'estremità anteriore, la spaccatura progredisce. Talvolta quest'operazione è istantanea, compendosi in un minuto e mezzo.

(2) Le trachee che escono sono di colore oscuro per la loro particolare struttura; le novelle sono argentine. Sospendendo l'operazione in tempo debito si vedono le trachee nelle loro diramazioni secondarie già argentine, nerice invece nella parte che avvicina le stigme.

A poco a poco si fanno egualmente flacide prima le false e poi le vere zampe, dalle quali cominciarono le novelle a ritirarsi; il che accade con facilità per la ragione che le zampe stanno fisse ai corpi circostanti col mezzo dei loro uncini.

Caduto il capo, in un quarto d'ora il baco è libero dalla sua pelle e ringiovinuto s'appresta alla continuazione degli atti proprii al primo stadio della sua vita.

Riprendendo ora il nostro bacheruzzolo all'uscire del suo primo assopimento, lo vediamo presentare un colore diverso, e sul principio un volume quasi minore di quello di prima. Esso se ne sta tranquillo per qualche tempo e lascia che l'aria rinforzi le novelle e deboli parti. Tutto ciò dimostra l'importanza e la gravezza della crisi subita. Durante la muta, non solo esso sospende il cibo, ma non riceve neppure lo stimolo dell'aria che deve irritare i suoi organi; difficilmente questa penetra attraverso le stigme in muta e l'animale soffre una specie d'asfissia. È forse per la sospensione di questa funzione che tutte le altre restano parimente sospese.

Tosto che il baco uscì dalla spoglia non si dispone subito al cibo. Le sue mascelle, rigenerate anch'esse, sono troppo deboli e debbono prima indurirsi. In breve ora acquistano la desiderata solidità, ed il baco intraprende a mangiare assai avidamente. Il suo colore è bianco cenericcio, e non è che più tardi che la cute si fa più bianca e lucente.

Ecco il baco entrato nella seconda età, nella quale, come dicemmo, acquista un aumento considerevole. Questa seconda età dura da quattro a cinque giorni, ed alla fine di essa ha raddoppiato quasi di lunghezza e quadruplicato circa di peso. Alla fine del periodo indicato comincia di nuovo il baco a manifestare quei fenomeni che precorsero il suo primo assopimento. Rifiuta il cibo, tesse una specie di rete serica su cui fissare la spoglia che nuovamente dovrà abbandonare, e si rende immobile colla parte anteriore del corpo piegata all'insù, senza quasi dar segno di vita.

E qui si assopisce per la seconda volta, terminando così la seconda sua età. I bachi provenienti da un'oncia di seme in quest'età consumano circa 15 chilogrammi di foglia. In tale assopimento i fenomeni indicati poco prima si ripetono tutti, se non che sono assai più manifesti e più facili a riconoscersi, succedendo su di un corpo più ampio. Dura questo letargo un giorno, scorso il quale, spogliatosi della seconda pelle, il baco entra nella terza età, che si compie in circa sei giorni. Nel corso di questa il colore della larva si fa sempre più chiaro; i peli scompajono quasi tutti; la cute diventa rugosa agli anelli. Il capo

è grosso, non più nero, ma d'un castano chiaro. I bachi provenienti da un'oncia di seme consumano intorno a 45 chilogrammi di foglia. Da principio la stessa debolezza, poi la stessa avidità durante i sei giorni indicati, alla fine dei quali l'animaletto raggiunge 0^m,080 di lunghezza.

Al settimo giorno il misero insetto è vinto da nuovo sopore, che dura presso a poco quanto l'antecedente, e da cui svegliatosi entra nella quarta età. Questo stadio dura dai sette agli otto giorni. Dopo qualche tempo che il baco è uscito dalla pelle assume un colore un po' roseo, ma in seguito diventa sempre più bianco-perlaceo. Una tinta verdognola traspare solamente tra gli anelli, indizio che gl'intestini sono pieni d'alimento. In tale età il baco consuma gran copia di foglia, calcolandosi circa 120 chilogrammi per una quantità corrispondente ad un'oncia di semente. Questo consumo della foglia però è in moltissima relazione col grado di temperatura; ond'è che non si può indicare che per approssimazione la quantità di foglia consumata in quest'epoca. Volendo distribuire l'indicata quantità in ciascun giorno, si trova che nel primo di il consumo è di circa 10 chilogrammi di foglia, nel secondo giorno 16 chil., nel terzo 25 chil., nel quarto ancor 25, nel quinto 30, nel sesto soli 12 chil., e nell'ultimo di 1 chilogrammo, decrescendo finchè i bachi s'apparecchiano al quarto ed ultimo assopimento. La temperatura durante questa età sarà dai 19° ai 20° centigradi (16° a 17° R.); se fosse più bassa, il consumo di foglia sarebbe assai minore.

Il quarto ed ultimo assopimento è volgarmente detto *dormita della grossa*, forse perchè sotto la sua influenza e dopo di esso il corpo del baco assume la maggior dimensione cui deve arrivare. In questo letargo, il quale dura perfino due giorni e qualche poco di più, si osservano distintamente tutte le modificazioni che accadono sulla superficie del corpo, e che abbiamo detto costituire parte del fenomeno della muta. Appena spoglio il baco è gialliccio; dopo s'imbiana, per divenire di mano in mano leggermente giallo-roseo.

Nella quinta età l'aumento di volume nel baco è invero singolare, sempre proporzionato però alla quantità di foglia in essa consumata. I bachi provenienti da un'oncia di seme consumano in quest'età circa 700 chilogrammi di foglia, quantità che corrisponde circa al quadruplo di quanto un'egual copia di bachi consuma in tutte le altre età prese insieme. La durata della quinta età è di circa 12 giorni. Questo tempo e la quantità di foglia variano colla temperatura: il grado di calore più propizio a questa età è di 19° ai 20° cent. (16° a 17° R.) In essa il baco appetisce anche i frutti del gelso.

Riassumendo ora gli stadii della vita del baco ed il consumo della foglia

per ciascuno di esso, supponendo di 34 giorni la sua vita, si hanno i seguenti rapporti:

1. ^a età di giorni	5.	Consumo di foglia	Chil.	5
2. ^a " " "	4	"	"	12 a 15
3. ^a " " "	6	"	"	40 a 50
4. ^a " " "	7	"	"	120 a 150
5. ^a " " "	12	"	"	700 a 780
		<u>Giorni</u>		<u>Chil. 877 a 1000</u> (1)

Si vede quindi che la quantità della foglia consumata nella 2.^a età è tripla di quella consumata nella 1.^a, decupla nella 3.^a, 30 volte maggiore nella 4.^a, e da 160 a 200 volte nella 5.^a.

L'aumento del corpo della larva è prodigioso durante i pochi di della sua vita, e noi l'abbiamo altrove già indicato; il maggiore accrescimento comincia ad aversi al 3.^o giorno avanti la maturanza.

I pratici poi lo conoscono benissimo, desumendolo specialmente dallo spazio sempre maggiore che occupano. I bruchi provenienti da un'oncia di uova richiedono

nella prima età	metri quadrati	4,52
" seconda "	"	3,20
" terza "	"	7,30
" quarta "	"	14,92
" quinta "	"	30,00

Frattanto che scorrono questi ultimi giorni, due interni apparati ricevono nel baco un grande sviluppo: intendo dire quello della seta e l'apparato genitale. Di quest'ultimo tratterò in un capitolo speciale; del primo dirò solo che in quest'epoca i due serbatoi della seta prendono un aumento assai grande. La parte allargata dei due tubi si fa turgida e l'esile membranella, che ne forma le pareti, deve distendersi assai per contenere la copia della seta che in essa si raccoglie.

Gli accennati due tubi assumono in quel luogo la forma indicata nella figura 152 della Tav. X. La seta che va crescendo in copia comparte al corpo dei bachi quel colore giallo-roseo e quella diafanità che è un indizio della loro maturanza. La foglia in quest'epoca deve essere somministrata in giusta quantità. Talvolta un pasto di meno impedisce al baco di salire al bosco all'epoca normale, e talvolta non vi sale più. I baco-fili suggerirono il risparmio

(1) La riferita quantità è valutata come necessaria ai bachi provenienti da un'oncia di uova. Dal consumo indicato si può attendere una copiosa rendita di bozzoli.

degli ultimi pasti, dicendo che il baco fa egualmente il suo bozzolo; ma questo risparmio è pericoloso e dannoso; il bozzolo non è mai così ricco in seta come nei casi ordinarii.

Quando i bachi sospendono il cibo per prepararsi a filare il bozzolo, liberano nuovamente l'intestino di tutto quanto conteneva di foglia non digerita; ciò che aumenta la pellucidità del loro corpo. Se essi montano al bosco in istato di salute, presentano un color giallognolo particolare tra il dorato e il carneo; sono sodi nel loro corpo, fanno rapidi e decisi movimenti. La pelle è crespa, rientrante sotto gli anelli. Le materie escrementizie dapprima sono sode ed abbondanti, poi diventano più fluide come goccioloni. I villici dicono che i bachi allora *si svotano*. Il baco tende a salire in alto, e sale sulle foglie senza mangiarle: è allora che sente il bisogno di filarsi la sua cella, in cui potere al sicuro subire la quinta muta e passare nel secondo stadio della sua vita operosa.

Del bozzolo, della sua filatura, e delle sue proprietà. — Giunta l'epoca della filatura del bozzolo (lomb. *galetta*), il baco cerca un sito remoto ove tesserlo; esso si allontana dai compagni, e con un filo serico incomincia a tracciare la via che percorre (1). Giunto al sito che gli pare più adatto, si pone tosto all'opera, essendo per lui un bisogno urgente quello di liberarsi e deporre in qualche modo la seta di cui è turgido il suo corpo. Se non gli vien fatto di trovare un luogo conveniente, mentre indarno si affatica per rinvenirlo, perde ed abbandona la seta che non può più trattenere. Io vidi parecchie volte dei bachi, arrivati in luogo in cui il bozzolo non poteva essere collocato, come per esempio sotto il fondo d'un secchio, tappezzare tutta quella capacità schiacciata e discoidea d'un tessuto serico senza formar bozzolo (2).

Affinchè i bachi trovino facilmente un posto adattato alla formazione d'un bozzolo ricco e sodo, con ramoscelli o frasche d'alberi o steli d'erbe si appresta loro una specie di siepe (volgarmente detta *bosco*; *manelli* dei Toscani), sulla quale possano salire agevolmente e collocarvi il loro prezioso rifugio. Ben eseguite le capannucce, i bachi vi salgono presto e vi lavorano che è un desio. I primi fili tesi dal baco sono radi e non servono che a collegare i ramoscelli

(1) Ciò è assai visibile e non si comprende come si sia potuto ritenere un solo istante che il filo uscissegli da vicino l'ano. E Fourcroy lo disse: « Cette larve parvenue à son accroissement complet, forme pour s'envelopper et se changer en chrysalide, un fil à l'aide de plusieurs trous fins placés en voisinage de son anus ». (*Systèmes des connaissances chimiques*, Tom. X.) Dall'ano alla bocca vi ha pur qualche differenza!

(2) Alcuni traggono profitto da questa attitudine del baco per obbligarlo a tessere il suo filo serico sopra un telaio di lili esili e metallici, disposti in forma particolare (di canestri, di para-fuoco), ed ottenere così altrettanti oggetti rivestiti di uno strato uniforme e delicatissimo di splendente ed aurea seta.

tra loro e a procurare un saldo appoggio al bozzolo. Siccome i primi punti d'attacco sono piuttosto lontani, così il baco deve allungarsi assai e fare svariati e replicati movimenti, che esso eseguisce stando fisso colle zampe membranose e movendo il capo e gli anelli toracici. Il filo per sua natura s'attacca alle minime scabrosità dei corpi su cui scorre la filiera; per tal modo esso rimane attaccato ad un primo punto; dopo di che il baco lo fissa ad un secondo, ad un terzo, e viene così a gettare quell'insieme di fili radi e bianchi che costituiscono quanto volgarmente da noi si dice *bava*, *sbavatura*, o *rayna* del bozzolo, che i Toscani chiamano *laniccio* (1).

Ciò fatto, l'insetto concentra maggiormente la sua azione nel mezzo di questa orditura e comincia allora a filare il vero bozzolo, il quale risulta da una regolare e precisa sovrapposizione concentrica (dall'esterno all'interno) di fili, in modo da formarne uno strato di notevole durezza e spessore.

Questo processo di formazione del bozzolo deve togliere qualunque idea che esso consti d'un vero tessuto. È erronea l'espressione che il bozzolo sia una *rete* di fili, e che il baco *intrecci* o *tessa* la sua casa. Tuttavia questi modi d'esprimersi sono accettati, e noi pure ne faremo uso, col valore che sappiamo dover essi avere.

Il bozzolo può variare assai per volume, per forma, per ricchezza in seta, per peso, ec. Di queste differenze alcune sono dipendenti da varietà particolari di bachi, e mantengono costanti in quella varietà; altre invece sono aberrazioni individuali, di cui molti riconoscono per causa uno stato morboso dell'insetto (2).

La forma ordinaria del bozzolo (fig. 23 *bis* A, Tav. II) è quella d'un cilindro un po' rigonfio alle due estremità tondeggianti; la lunghezza media è di 0^m,037; il diametro trasverso è di 0^m,018, ove il bozzolo offre la parte più ristretta. Vi sono molte varietà che fanno bozzoli assai più piccoli, i quali possono avere anche solo 0^m,025 di lunghezza, e 0^m,1 di larghezza. La varietà conosciuta fra

(1) Il distintissimo Lambruschini fa notare che la voce *laniccium* è usata da Plinio per dinotare la seta che i Serici ritraevano dagli alberi. (*Intorno al modo di custodire i bachi da seta*, ec. Firenze, 1854, pag. 35.)

(2) Non infrequenti sono i bozzoli nei quali trovansi due larve. Prendono il nome di *doppioni*, o di *bozzotoni*. È falso che i due individui si collochino sempre in modo di avere il capo dell'uno ove sta la coda dell'altro. I bozzoli doppi sono spesso deformati. Nelle gallette doppie si contano anche dodici strati. Si disse esistere talora un sepimento frammezzo; di che avrei motivo a dubitare. La quantità dei doppi varia a seconda delle annate: talvolta ve ne hanno pochissimi, tal'altra salgono dal 4 fino al 10 per cento. Si dà per certo che nelle varietà chinesi raggiungono il 25 per cento. La forma di queste gallette è più tondeggianti.

Ebbersi ad osservare anche dei bozzoli ne' quali quattro o cinque larve (persino nove) stavano mutate in crisalidi e che avevano tratto origine dal lavoro combinato dei varii individui.

noi sotto il nome di *bozzoli di Bione* è tra le più piccole (fig. 23 bis C); quella di Fossombrone può annoverarsi tra le più voluminose, arrivando perfino alla lunghezza di 0^m,045, e al diametro di 0^m,022. Altre volte il bozzolo manca della parte ristretta mediana ed è ovoideo (fig. 23 bis B), come lo sono di preferenza quelli che provengono da siti ove è indigeno il bombice del gelso.

Ogni bozzolo consta di molti strati di seta (da 7 ad 8), i quali hanno uno spessore che può variare pel numero e per l'aderenza tra loro.

Il distacco artificiale degli strati è più o meno facile a norma della primitiva loro aderenza. Osservando gli strati disgiunti, vedesi che la seta di cui consta ciascuno di essi non è uguale in tutti per colore e per finezza: questa va crescendo cogli strati più interni. Su questo proposito si può fare la seguente curiosa esperienza: si metta in disparte un baco e gli si lasci cominciare il suo bozzolo: quando il primo strato è tessuto, e che l'insetto si prepara a foderarlo, ricalcando le orme già impresse, lo si levi dal primo involuppo e lo si obblighi a cominciare un nuovo bozzolo con uno strato che sarebbe rimasto nel primo bozzolo, e che ora riesce esterno. Fatto anche questo strato, si levi nuovamente la larva, e così si continui finchè abbia emesso tutta la sua materia serica. Da questo solo baco si otterranno sei o sette bozzoli risultanti ciascuno d'un solo strato, e corrispondenti a' sei o sette strati di cui sarebbe stato composto il bozzolo di quell'infelice baco se non fosse stato interrotto nel suo lavoro. Questi bozzoli separati hanno diverso colore, e la loro seta, come è facile supporre da quanto si è detto, differisce per proprietà distinte. Con qualche cura non è difficile ottenere un tal risultato dall'accennata esperienza.

Quando gli strati sono poco aderenti fra loro, si ha un bozzolo di cattiva qualità, che nella trattura s'impregna d'acqua. In causa di tale difetto lo spessore del bozzolo arriva talvolta fino a 0^m,0025, cogli strati separati da fessure larghe da 12 fino a 90 centesimi di millimetro. La superficie di questi bozzoli, chiamati *satinés* dai Francesi, è inuguale, perlacea e meno lucente, e quasi si risolve in una sbavatura compatta. Lo strato più interno è più soffice e più delicato: esso costituisce, liscio e lucente come è, un morbido letto alla crisalide; distinguesi col nome di *velo*.

I pratici, meglio degli altri, conoscono la diversità del filo di cui si compone il bozzolo: taluni proposero di separare la seta che si ottiene da un bozzolo in due qualità: la prima delle quali sarebbe costituita dagli strati mediani del bozzolo; la seconda, dal filo che costituisce l'1/8 esterno ed il 1/10 interno delle pareti.

Il volume ed il peso dei bozzoli cambiano secondo la varietà dei bachi da cui provengono. Così delle varietà più grosse bastano 300 per formare un

chilogrammo; delle medie ne occorrono 500; delle piccole (per esempio dei *treotti* o bachi a tre mute), perfino 800. Da ciò consegue che se tutte le uova formanti il peso d'un'oncia si schiudessero e fornissero un buon bozzolo, si potrebbero ottenere, dalla varietà grossa, perfino 86 chilogrammi di bozzoli, cifra sorprendente, e che la pratica non vale a raggiungere mai.

Il peso dei bozzoli sta poi in relazione colla copia di foglia che i bachi hanno consumato (1).

Il colore più comune del bozzolo ora è il giallo nankin tendente al rosso, ora il solo giallo dorato, che talvolta sbiadisce affatto, e si fa bianco o d'un candore argentina abbagliante. I bozzoli puramente bianchi costituiscono una varietà costante che viene coltivata esclusivamente in alcune località del Piemonte e della Francia. Vi sono però anche bozzoli verdognoli, solfini, giallo-verdi, ranciati e cerulei, della quale ultima tinta non mi fu mai dato di vederne; bensì ne vidi taluno sparso di macchie d'un color rosso sanguigno.

Per *deformità* il bozzolo può rimanere *aperto* o *spuntato*. *Bozzolucci* sono detti in Toscana que' bozzoli che risultano solo da un leggiero strato di seta, a traverso del quale si vede trasparir la crisalide, o la larva morta che già si corrompe e disfa; *faloppi* o *faloppe* chiamansi poi que' bozzoli che ancor non colano pel baco mortovi entro e spappolato.

Durata della tessitura del bozzolo. — Tre giorni circa sono necessari al baco per costruirsi il proprio bozzolo. Il baco, che comincia a impiccolirsi in causa delle mutazioni che subiscono contemporaneamente i suoi organi, continua a menar del capo con curve regolari per addensare le pareti della sua prigione.

Il filo abbandonato di mano in mano dalla filiera aderisce sull'istante e mantiene il posto che gli venne dato. I moti del capo del filugello sono tali che il filo si depone costantemente descrivendo la cifra ∞ , più o meno regolare, ampia, od avvicinata. Non è quindi nè a cerchio (2), nè a zigzag, nè a spirali

(1) Per ciascun'oncia di uova e per ogni mille chilogrammi di foglia consumata si ponno ottenere 60 chilogrammi di bozzoli, ne' quali le crisalidi entrano per chil. 50,52, le spoglie per chil. 0,27, la seta in bozzoli per chil. 9,24 circa. Il peso dei bozzoli diminuisce presto se esposti all'aria; in una decina di giorni si osserva una perdita in peso del 70 all'80 per mille.

(2) Quando si vede trar seta da un bozzolo, sembra che il filo faccia dei giri completi attorno il bozzolo, appunto come il filo nei gomitolì comuni; ma un'osservazione più attenta mostra la disposizione sopra indicata. Si potrebbe già prevedere una tal disposizione dai movimenti che fa il baco colla testa quando attende a filare lo strato più esterno, e finchè il bozzolo è ancora trasparente. L'ampiezza dell'arco descritto dalla filiera e dal filo è raro che oltrepassi un mezzo pollice.

che il filo, come si pretende da taluni, viene a disporsi. Sovrapposti dapprima parecchi fili di seguito in un sito, l'animale passa nel sito vicino per poi ritornare nel primitivo onde dare, di mano in mano, lo stesso spessore alle pareti del bozzolo: è in tal modo che hanno origine gli strati di esso. Nessuno meglio del signor Duseigneur studiò l'intima struttura del bozzolo, rilevandone i pregi e i difetti (1). Egli chiama *paquet* l'insieme di anse in forma di ∞ che il baco depone per un dato tempo in un sol sito. Secondo che la cifra ∞ descritta dal filo è più o meno allungata, i fili vengono a sovrapporsi più o meno di traverso, o più o meno paralleli fra loro; dal che nasce un maggiore o minore contatto tra i fili che s'incrocicchiano, ed una saldatura più o meno lunga che ha non poca influenza sulla facilità dello svolgersi del filo nella trattura. Talvolta si formano tali saldature e tali rigiri che il filo è obbligato a rompersi.

La *sbavatura*, ossia la seta che il baco depone senz'ordine avanti d'incominciare il vero bozzolo è nel *Bombyx mori*, comparativamente, poca, come ce lo dimostrano le osservazioni di confronto tra la *Saturnia Cynthia* (2) e le *Saturnie Mylitta* o *Paphia*, *Pernyi*, ec. (3)

Il filo veduto al microscopio offresi più complesso di quanto si crederebbe (4): esso si presenta non già come il risultato di un sol filo cilindrico, ma bensì come la unione di due fili nel senso della loro lunghezza; unione che però non completasi, per cui tra di essi osservasi una docciatura. Questo dimostra che entrambi i serbatoi della seta concorrono contemporaneamente a formare il filo; della quale duplicità del filo si ha una prova nel vedere talora rompersi una metà di esso, mentre l'altra rimane intatta, oppure nel riscontrare sull'una metà un'ansa che non si verifica sull'altra.

Lunghezza e peso del filo di seta. — Tutto il filo d'un bozzolo è unico, e come varia lo spessore delle pareti di questo e il suo peso, così varia ancora la lunghezza del filo che lo compone. Secondo Malpighi e Réaumur avrebbe 930 piedi di lunghezza, ossia circa 300 metri; ma se si tien conto della porzione che non si può filare, non sarà soverchio l'attribuire al filo totale una lunghezza di 500 metri.

(1) E. Duseigneur. *Physiologie du cocon et de sa bave*. Valence, 1853. Un vol. in 8.° con belle tavole in fotografia.

(2) Cornalia. *La Saturnia Cynthia ne' suoi rapporti scientifici ed industriali*. Vedi il *Giornale dell'I. R. Istituto*, Tom. VI, fasc. 36.° — Cornalia. *Sur la structure du cocon des vers à soie du ricin*. Vedi *Bulletin de la Société impériale zoologique d'acclimatation*, Tom. II, pag. 211.

(3) Vedi *Bulletin de la Société impériale zoologique d'acclimatation*, e *Revue de zoologie*. Anno 1854 e 1855.

(4) Per osservar questa struttura è necessario che il filo riesca bene collocato sotto il microscopio.

Il peso del filo di seta in relazione alla sua lunghezza differisce a norma della sua grossezza, e sotto questo rapporto si ponno conservare le tre divisioni già ammesse pei bozzoli, in piccoli, mezzani e grandi. Così a pari peso, p. e. cinque centigrammi, il filo

nei bozzoli piccoli sarà lungo	164 metri
” mezzani ”	146 ”
” grandi ”	136 ”

Un'oncia di filo della 1.^a qualità ha una lunghezza di 94^m; un'oncia della 2.^a di 87^m,6; e solo di 81^m circa un'oncia di filo della 3.^a: è per lo stesso motivo che occorre un diverso numero di bozzoli per fare uno stesso peso di seta. Volendosi conoscere quanto sopra mille bozzoli debbasi concedere alla seta e quanto al peso dell'animale, si trova che le crisalidi . . . pesano 842,00

le spoglie della 5. ^a muta	”	4,50
la seta { nella sbavatura	”	73,50
{ tratta in filo	”	80,00
		1000,00

Modo di studiare il filo di seta.—Per istudiare questo filo sotto il microscopio è bene collocarlo in qualche liquido; così si diminuiscono gli errori che la sua forma può cagionare per la rifrangibilità della luce. Ad un ingrandimento piuttosto forte il filo di seta si mostra striato pel lungo, il che è forse dovuto alla sua origine, essendo esso prodotto dalla stiratura della materia serica. La linea mediana è più oscura, come quella che è occupata dalla docciatura longitudinale. Il filo al microscopio non si presenta così uniforme; in qualche punto è più grosso, in altri presenta dei nodi, dei tubercoli prodotti da ineguali ammassi di sostanza serica.

I varii tratti del filo formanti il bozzolo sono sì bene applicati gli uni sugli altri, che il tessuto si presenta compattissimo, come una specie di cuojo; solidità che il bozzolo acquista sempre maggiore nei primi tre o quattro giorni dopo il suo compimento, e prodotta forse dalla completa essiccazione della materia serica (1).

(1) Se questo lavoro s'addentrasse per sua natura negli argomenti della pratica sericoltura e nella produzione comparativa della seta, sarebbe questo il luogo, lasciato per qualche istante la crisalide, di parlare del bozzolo sotto il rapporto della sua importanza commerciale, e di fornire un prospetto del prodotto della seta ne' varii paesi. A questo scopo si potrebbe redigere una carta geografica del globo, e segnarvi con tinte più o meno intense i paesi ove la coltivazione è più o meno abbondante. Ma tutto questo mi fuorvierebbe troppo, ed il piano del lavoro diventerebbe troppo vasto. Raccogliere poi dati statistici assolutamente precisi anche per la sola Italia la è cosa

Frattanto che il baco compie il suo bozzolo, il suo corpo s'accorcia sempre più; i suoi anelli s'abbreviano uniformandosi quasi tutti tra loro, per cui prende l'aspetto d'un cilindro tronco alle due estremità. Le divisioni degli anelli frattanto si fanno più sentite, ogni anello divenendo nel senso longitudinale assai convesso.

Abbozzolato che sia il baco, per tre o quattro giorni mantiene ancora l'istesso aspetto; la sua sensibilità è grande, sicchè appena tocco si risente e contrae, accennando così ad un'esaltazione di senso prodotta da quanto operasi in lui.

È infatti questa quinta età del baco, durante la quale esso fabbricò il suo bozzolo, termina con una quinta muta, della quale ho già notato le particolarità, e da cui esce non più allo stato di bruco, ma allo stato di crisalide.

Comparsa della crisalide o ninfa. — La crisalide del baco da seta (*bacoccio*, tosc.; *Seidenpuppe*, ted.; *bordocch* (1), *gattozz*, mil., ec.) abbandona la sua veste in pochi istanti, cioè in un minuto primo e pochi secondi. Così comincia il secondo stadio della vita del baco e della massima parte di questo leggiadro e svariato stuolo d'animaletti cui il baco appartiene.

Gli atti fisiologici esterni o di totalità della crisalide, dei quali ora solo mi occupo, sono nulli. La sua pelle, esilissima da principio, gode di una sensibilità singolare, come ho già indicato, e tutte le manifestazioni di vita in lei si riducono ai movimenti convulsivi che fa cogli ultimi anelli quando alcun che la molesta. Infatti, senza di quei fremiti che tradiscono l'interno lavoro, la crisalide si direbbe un corpo morto; questi pochi movimenti vanno essi pure diminuendo coll'indurirsi ed ingrossarsi della sua pelle.

La crisalide nei primi tempi è d'un color giallo pagliarino o d'oro, che giustifica assai bene l'appellazione di *crisalide* od *aurelia*. Sotto di essa traspare

difficile assai; questi dati se non sono che approssimativi perdono ogni valore. Per ciò io qui mi limiterò a riportare le cifre che si trovano nell'eccellente *Trattato sul Gelso e sul governo del Filugello* del sig. A. Ciccone, pubblicato nel 1854, a pag. 381.

	<i>Bozzoli</i>		<i>Valore</i>	
Stati Sardi	Chil.	10,000,000	Franchi	40,000,000
Province Lombardo-Venete	»	24,000,000	»	96,000,000
Toscana e Ducati	»	4,250,000	»	5,000,000
Romagna	»	4,250,000	»	5,000,000
Napoletano e Sicilia.	»	26,000,000	»	104,000,000
	Chil.	62,000,000	Franchi	250,000,000

Si veggia in proposito il capitolo X delle Memorie del sig. Angelo Mazzoldi: *Il gelso, il filugello e la seta*. Brescia, 1853, pag. 240.

(1) La grossolana somiglianza col corpo di altri insetti, ospiti frequenti negli abituri dei villici, valse alla crisalide del baco di seta questo nome volgare di *bordocch*.

il tessuto cellulare nuotante nel liquido plastico nel cui seno si generano le parti novelle; liquido che, appena punto il corpo, ne sgorga con danno e morte della crisalide. La vita dell'insetto, sia avanti di lasciare l'ultima spoglia, sia nelle prime ore del suo stato di crisalide, è assai in pericolo; la morte può sorvenire facilmente, susseguita quasi sempre da putrefazione e disfacimento delle parti. Il calore soverchio del sole diretto, non che molti gas, uccidono presto la crisalide. In questo caso il bozzolo si bagna, e l'interna sua superficie s'insudicia: ecco perchè è prescritto che per un dato tempo dopo la costruzione de' bozzoli non s'abbiano a toccare le capannelle dove furono tessuti, onde evitare il pericolo che si abbiano a guastare.

Paragone tra i bachi comuni e i terzini. — Il processo ora descritto appartiene alla varietà comunemente educata, la quale offre quattro mute avanti di salire al bosco. In genere, poco più poco meno, questa impiega da 32 a 34 giorni.

Ma esiste una varietà, che si mantiene talora costante, la quale invece di formare il bozzolo dopo la quarta muta e nella quinta età, lo forma dopo il terzo assopimento e nella quarta età. Questa varietà è conosciuta sotto il nome di *treotti, terzeruoli, terzini, di tre dormite, di tre somni*, ec.; essa compie tutte le sue mute in circa ventinove giorni, consumando un quarto meno di foglia che non i bachi della qualità comune; il prodotto è però d'un quarto circa minore. Il rapporto tra le due qualità di bozzoli è pressochè di 10 a 7. Il peso dei bachi terzini paragonato con quello dei bachi a quattro mute è pure diverso:

12 bachi terzini pesano gram. 38,575.

12 " a quattro mute " 50,488.

Anche qui la differenza è d'un quarto circa; d'altra parte si vede che il peso dei bozzoli sta a quello dei bachi nella stessa proporzione della foglia consumata. Dandolo offre un altro rapporto; i suoi bozzoli terzini erano più leggieri; questo distinto osservatore contò per una libbra milanese di once 28 (Chil. 0,76) 600 bozzoli terzini e soli 360 bozzoli comuni. La differenza esiste anche nelle uova e nelle farfalle terzine, le quali depongono una minor copia di uova; tanto per una varietà come per l'altra però la quantità è assai incostante.

Ma torniamo alla crisalide che si sviluppa. Già dissi che la sua vita esterna è quasi nulla, tranne quelle contrazioni che si appalesano qualora la si tocca: anche un soffio d'aria un poco forte basta per destarle. Essa di giorno in giorno si oscura di più e diviene d'un color castano.

Crisalidi non ravvolte da bozzolo (Frati, bachi infratiti, riceioni, mil. rescion, resciiott). — Talvolta rinvengonsi crisalidi non ravvolte nel loro bozzolo, il che forse si verifica solamente per lo stato di schiavitù in cui l'insetto cresce presso di noi, nel quale i suoi bisogni non sempre sono soddisfatti. In istato di

natura non eredo che ciò accada. Ritengo pure che si abbiano queste crisalidi nude allora solo quando il baco versa tutta la sua seta in un tessuto d'altra forma; prima di trasmutarsi è necessario che si sia liberato di tutta la seta, tranne che ne sia impedito da qualche malattia.

Si è già detto, e dalla descrizione anatomica che precesse si sarà già rilevato, che lo stato di crisalide è, per così dire, solamente superficiale. Sotto quella pelle l'insetto perfetto è già tracciato completamente, solo ha bisogno che tutte le parti si sviluppino. Ed anzi anche all'esterno molte prominenze della pelle della crisalide indicano ove stanno le antenne, ove gli occhi, ove le zampe, ove le ali dell'insetto perfetto che uscirà da di sotto ad essa. La differenza che passa tra la muta in crisalide e quella in insetto perfetto consiste in ciò che questo esce dallo stato di bruco affatto debole ed incompiuto, mentre esce perfetto dalla buccia della crisalide; ed è perciò che quel primo insetto così appena, direi quasi, abbozzato (sebbene tutto abbozzato) fu provveduto d'un involuppo duro che lo proteggesse per qualche tempo, e sotto il quale tutte le parti avessero tempo di perfezionarsi. Gettando nello spirito di vino un baco estratto dal bozzolo pochi istanti prima che si muti in crisalide, si sospende ogni operazione, e si potrà artificialmente spogliarlo dell'ultima sua pelle, sotto della quale si troverà la buccia di crisalide, e sotto di questa già la debole farfalla. Ciò si può ottenere anche due giorni prima dell'ultima muta: a quest'epoca tra il primo e il secondo anello veggonsi abbozzate le ali; le antenne stanno schiacciate e ravvolte contro il capo della futura farfalla; le ovaje ed i testicoli spiegan già colla loro presenza nel giovanissimo bruco la possibilità del preludere che fanno gli organi molto tempo prima del loro mostrarsi perfetti. Le uova vedute nelle larve e nelle crisalidi da Malpighi, da Réaumur e da altri aggiungono una nuova prova in conferma dell'esposto.

Nella larva adunque sta di già l'insetto perfetto; da ciò Harvey ed altri dissero le larve essere *uova*; nè in vero a torto, se si voglia istituire un giusto confronto tra le varie parti; nè so comprendere come Swammerdam abbia tanto oppugnato una tale opinione. Se l'uovo del pollo potesse nutrirsi e moversi intanto che in lui sviluppasi il pulcino, e questo uscisse poi perfetto, avremmo la così detta larva degli insetti. Le *formiche*, le cui uova si nutrono, convalidano questo modo di vedere. Si aggiungano, come dice Réaumur, a queste uova dei piedi, e noi avremo le larve comuni.

Un individuo vivente ne genera un altro nel suo seno, cui procura gli alimenti ed i modi di sviluppo; l'interno individuo poi cresciuto e fatto capace d'una vita indipendente, uccide e rigetta l'esterno che cade. Allorchè si studiano i varii esseri nel momento di questa loro evoluzione, trovansi *uovo-larve* solo

in quelle specie di animali che sono i più perfetti al momento della nascita; come sarebbe il caso di queste nostre farfalle che hanno già gli ovarii ricolmi d'uova mature, quando abbandonano quelle spoglie che ce le fanno sembrare come larve.

Che avvenga delle parti proprie della larva e manenti nell'insetto perfetto.

— Se la cosa sta quale si è sopra esposta, come si spiega la formazione di parti nuove, come la sparizione di parti vecchie, che non veggonsi riprodotte nell'insetto perfetto mentre esistevano nella larva? Rispondendo avanti tutto a quest'ultima domanda, dirò, che esse si disseccano e cadono se sono esterne; disciolgonsi e si distruggono a poco a poco se interne e intimamente legate colle parti importanti dell'organismo.

Zampe della crisalide. — Il baco presenta sedici gambe, la farfalla solamente sei. Tra le prime sono le dieci membranose che si distruggono in un modo particolare; esse non restano cioè tutto ad un tratto attaccate alla spoglia del bruco che si rinviene nel bozzolo per lasciare solamente una cicatrice nella pelle della crisalide. Ciò potrebbe ritenersi se si osserva la crisalide del baco dopo qualche giorno di sua esistenza; ma se la si osserva appena uscita, o meglio ancora se artificialmente la si sveste, si vede che la crisalide pure ha quelle dieci zampe, ma piccole, già degenerate, come semplici eminenzette coniche, analoghe alle parti d'onde uscirono. Desse però si raccorciano ad ogni istante e si ritirano verso le loro basi; e in breve tempo si fanno così poco sensibili, che sulla pelle della crisalide appena ne rimangono le tracce, difficili a riscontrarsi quando non vi si presti una grande attenzione (1).

Nelle sei zampe anteriori del baco si generano le sei della farfalla. — Alle sei zampe uncinatate del baco corrispondono le sei dell'insetto; ma queste sono elleno parti nuove? No, certo; così lunghe e sviluppate come si veggono nella crisalide e più ancora nell'insetto perfetto, esse erano già nelle corrispondenti del bruco, ove stavano embrionali e immensamente raccorciate.

Più volte, tagliate da me le zampe del baco qualche istante prima che ne uscisse la crisalide, questa ne usciva colle zampe mutilate. Nelle crisalidi un poco avanzate in età le zampe si veggono appena applicate contro la superficie del corpo, sicchè non sporgono, sono tuttavia isolate; e si veggono pieghettate trasversalmente, appunto perchè appena uscite dal piccolo astuccio in cui stavano compresse. Il succo plastico le gonfia in breve tempo e dà opera alla formazione di tutti i tessuti che ne devono occupare l'interno.

(1) Quanto si disse delle dieci zampe membranose devesi ripeterlo delle due ali laterali dell'appendice triangolare mediana offerte dall'ultimo anello. Nella crisalide inoltrata veggonsi delle piegature della pelle che accennano alla sparizione di siffatte parti. Non rimangono che alcuni solchi che pure spariscono col tempo.

Tutte le parti del capo spariscono e rimangono attaccate alla vecchia spoglia; le mascelle e i museoli che le facevano agire, la filiera, il labbro inferiore, sono nel numero di queste parti.

Metamorfosi delle parti interne. — Le mutazioni interne non sono meno importanti. I tubi della seta vuotati già per la costruzione del bozzolo, vanno sempre diminuendo, e si raggrinzano, rimanendo come due lastrine gialle che si riscontrano però ancora nella farfalla. Il tubo intestinale si modifica tutto; le funzioni differenti cui è chiamato quest'apparato esigono che esso si muti; ma queste interne mutazioni, prodotte tanto pel disparire delle vecchie parti, quanto per lo sviluppo di nuove, succedono lentamente.

Mentre da un lato la membrana interna dell'intestino viene espulsa, l'esterna si fa a pieghe e si raccorcia.

L'esofago si atrofizza e si chiude, e cambiasi in un filo che traccia la via antica tenuta dallo stomaco nel ritirarsi, poichè questa parte anteriore del tubo intestinale va allontanandosi sempre più dall'estremità anteriore dell'animale finchè si limita ad occupare l'addome dell'insetto perfetto. Così l'antico intestino, modificato assai nell'intima struttura, viene pure ad essere alterato nella sua configurazione. Un'ampia vescica ripiena d'aria si apre nella parte anteriore dell'addome; a questa tien dietro l'antico intestino raccorciato, cui aderisce ancora l'inserzione dei vasi uriniferi: all'antico intestino succede un esile canale, poi un'altra ampia vescica, e finalmente un retto che si apre all'esterno. Tutte le anzidette parti furono sufficientemente descritte nella parte anatomica, perchè ognuno de' miei lettori stabilendone il confronto, possa rilevare le mutazioni che subisce quest'apparato. Tutte le anzidette metamorfosi s'operano per l'intermezzo del tessuto cellulare che trovasi in una continua formazione e distruzione. Dalla sua fusione nasce quel liquido dotato d'una plastica virtù nel quale ogni parte si forma, come alla sua volta esso ritrae i suoi elementi dalla fusione del tessuto cellulare così differente ne' diversi stadii della vita del nostro animaletto.

Una parte di questo liquido (non tutto, come credevasi generalmente) si evapora durante la vita della crisalide, e produce l'induramento o la solidificazione delle parti che rimangono. Così tutto procede al completo perfezionamento, il quale conduce seco l'attitudine della farfalla a spogliarsi dell'ultimo suo velamento per apparire sotto quella maestosa forma, al cui conseguimento mirarono di comune accordo tutte le fatiche sostenute, tutti i pericoli corsi e superati.

Deposizione della spoglia di crisalide. — La durata della vita della crisalide varia secondo la temperatura, oscillando fra i 10 e i 30 giorni. Nello scorrere

di questo tempo l'insetto perfetto si è completato ed è in grado di vivere da sè, e di attendere alla riproduzione della specie, unico atto vitale che gli rimane di compiere. La spoglia della crisalide si è resa sempre più oscura di tinta e sempre più rigida. Per lo sviluppo di tutto lo strato di seaglie che riveste il corpo della farfalla, e che a guisa di cuscino sta disposto tra il corpo e l'involuppo, questo si tende e si essicca maggiormente, tanto più che il liquido che prima lo umettava, ora umetta interamente la cute che porta le seaglie.

Arrivato il momento opportuno, l'insetto perfetto comincia a fare qualche movimento, e per poco tempo che tali sforzi siano ripetuti, la spoglia di crisalide è forzata a fendersi. Questa fessura si opera sempre nel medesimo sito, cioè lungo la linea mediana dorsale della porzione corrispondente al corsaletto. Nella descrizione della crisalide venne già notato lungo questa linea un solco che determina appunto il sito della spaccatura, la quale in breve si estende dall'una estremità all'altra di un tal solco. Lo sforzo è prodotto dalla farfalla coll'avvicinare la parte posteriore del corpo; per esso il suo corsaletto s'incurva entro la fessura operatasi, tra i cui margini appare una listerella della peluria che copre il corsaletto della farfalla. La spaccatura, giunta al primo anello addominale, piega ai lati lungo il solco che sta dietro l'eminenza delle ali, e le due fessure così generatesi s'incontrano quasi alla linea mediana della parte ventrale. Per questo modo di comportarsi le fessure prime possono in breve allargarsi, ed il corsaletto della farfalla può passarvi facilmente; compare allora staccata tutta la buccia corrispondente all'addome, assai più grande di questo, e se ne stacca con tutta facilità sotto i minimi sforzi dell'insetto.

Maggior pena costa all'insetto lo sbucciare le varie appendici del suo corpo, come sono le zampe e le antenne, le quali parti tutte hanno un involuero loro particolare. Nei primi momenti della crisalide, tali appendici, come si è detto, sono mollissime ed isolate, e soltanto dopo si saldano lungo i punti di contatto. Or bene, la loro porzione esterna si è essiccata come tutta la superficie del corpo, e questi particolari involucri veggonsi trasformati in altrettanti tubi, nel cui interno si sviluppano le appendici dell'insetto perfetto; ed ora debbono uscirne. Tale operazione costa fatica all'insetto, nè sempre si compie regolarmente, per cui non di rado avviene che qualche zampa o qualche antenna ne esce deformata.

Le trachee mutano la loro spirale anche nell'ultima metamorfosi. — Anche le trachee si spogliano della loro membrana interna spirale. Osservando diligentemente la superficie interna della buccia della crisalide, all'orlo delle stigme veggonsi appesi dei fili bianco-sericei che corrispondono alle trachee stesse, le quali partono da una specie di vestibolo comune. È probabile che alcuni di

questi rami non giungano a penetrare nel corpo dell'insetto perfetto, ma scorrono fra le membrane della crisalide stessa.

Gli anelli della buccia abbandonata dall'insetto si coprono l'un l'altro; sicchè la buccia diventa proporzionatamente assai breve pel rientrare che fa ogni anello nell'altro, come i pezzi d'un cannocchiale. Gli spazi interanellari si mostrano composti di una membrana assai esile.

Ma ormai l'insetto uscito richiama la nostra attenzione. Ciò che sorprende in osservarlo si è la piccolezza delle sue ali; si direbbe che esso soffrì nello svolgersi, e che riuscì imperfetto. Stanno gli aerei remi raggrinzati a fianco del corsaletto di cui non superano il margine posteriore; ma si lasci respirare per qualche istante alla nostra farfalla l'aria che la circonda, e quelle parti si modificheranno subito assumendo forme normali.

Descrivendo la formazione dell'ala, dissi già che uno dei principii istologici che concorrono a formarla è l'elemento spirale, e che delle trachee assai ampie e ramificate percorrono le pagine membranose di cui sono formate. Quelle pagine membranose così costituite non trovando nel crescere spazio sufficiente, si piegano in mille guise, perdono di superficie aumentando di spessore, per cui ne risultano quattro laminette brevi e minutamente pieghettate. Appena la farfalla potè respirare, l'aria penetrò in quelle trachee (che scorrono appunto nel mezzo delle nervature delle ali), le distese, le gonfiò in uno colle pagine mollissime che stanno tese tra di esse, dopo di che tutto si essicca, tutto si fa rigido.

Artificialmente si può ottenere lo stesso effetto tagliando alla farfalla un'ala ancor piegata; cercando di stirarla, si vedrà che cede e s'allunga; che se in questa operazione si tarda alcun poco, l'ala si lascia rompere e spezzare piuttosto che distendere. Le piegature primitive dell'ala si veggono alla lente dopo aver levate le squame che velano il tutto. Réaumur sarebbe di diverso parere, opinando essere i liquidi che penetrano nelle ali, e le obbligano a distendersi: forse egli ereditò ciò dal vedere le ali percorse da canali, in cui non scorgeva la struttura tracheale. La farfalla aiuta il distendimento delle ali collo sbatterle. L'ala nel distendersi procede diversamente secondo le sue regioni: così prima a spiegarsi è la parte più vicina all'attaccatura, il che indica la via che tiene l'aria e i suoi progressi nell'interno dell'ala. Da ciò dipende se prima di offrire la forma dell'ala perfetta, ne assume altre svariate, curvandosi in vario modo, tanto nel senso della lunghezza, quanto in quello della larghezza. Il margine è l'ultimo a distendersi: alla fine ogni parte si fa precisa e normale.

Frattanto che le ali prendono questa consistenza, le altre parti tutte si

assodano. Il liquido che umettava la superficie della farfalla si dissipa, e le scaglie candide ed asciutte fanno pompa della loro vaghezza.

Sintomi del prossimo sfarfallare de' bozzoli. — Oltre il tempo già scorso dalla costruzione del bozzolo, tempo che ci può far conscii del prossimo apparire della farfalla, vi sono altri dati ancora più precisi per presagirne la comparsa.

Scosso il bozzolo, rende un suono particolare: non è più quel rumore di corpo pesante e compatto che dà la crisalide ne' primi suoi tempi. Quando s'avvicina la muta, la sua pelle comincìa ad allontanarsi dal corpo dell'insetto, rendendo un suono assai più leggiero, una specie di fruscio particolare. S'aggiungano i movimenti oscillatorii che si veggono fare da alcuni bozzoli, e il bagnarsi d'uno de' loro apici; fenomeni che dimostrano essere apparsa la farfalla ed essere prossima a sbucciare.

I bozzoli sfarfallano di preferenza nelle prime due o tre ore dopo il levare del sole, e qualche volta anche nelle prime ore della notte, il che è indizio d'una copiosa comparsa di farfalle pel mattino seguente.

Il tempo che scorre dal compimento del bozzolo alla comparsa della farfalla varia secondo il grado di temperatura in cui vennero tenuti i bozzoli stessi: talvolta ne compajono nell' 11.° e 12.° giorno; tal'altra ritardano fino al 15.°: in quest'ultimo caso la temperatura non sarà stata maggiore di 15 gradi, nell'altro da 18° a 20°. Quanto più breve è il tempo impiegato, altrettanto lo sfarfallare de' bozzoli sarà più simultaneo. Lo sbucciare delle farfalle a poco a poco si verifica talvolta anche in partite che procedettero colla massima uguaglianza. La farfalla appare dopo tre o quattro ore da che l'estremità del bozzolo si mostrò inumidita.

Per osservare con comodità i primi atti che l'insetto eseguisce appena assunta la novella sua veste, è necessario levare la crisalide dal bozzolo e collocarla in circostanze tali, che lo sguardo vi possa penetrare. Quando naturalmente essa sta chiusa nella sua cella sericea, la farfalla spogliatasi è prigioniera. Una prigione a grosse pareti la sottrae ancora al mondo esterno, ed essa deve superare questo nuovo ostacolo prima di vedere la luce.

Uscita dal bozzolo. — Non è sempre facile di sorprendere la farfalla mentre esce, e di poterla osservare in questa operazione. I bozzoli d'altre specie di falene, che sono tessuti di pochi fili, riescono trasparenti, e si può sorprendere e seguire con minore difficoltà l'atto importante; nè ripugna anche il ritenere che in causa di sì leggero involuppo le farfalle di tali specie urtando meccanicamente col capo riescano ad uscire. Questo non è il caso del baco da seta, il cui bozzolo ha dense pareti, e l'atto, oltre essere più nascosto, è più complesso.

La farfalla esce sempre da una delle estremità del bozzolo, e precisamente

da quella ove tiene rivolto il capo. Anche levando un segmento longitudinale del bozzolo, per cui si faccia un'ampia apertura, la farfalla continua egualmente la sua fatica ed esce per quella via che la natura le ha stabilito, che per istinto essa deve praticarsi, e che è fors'anche necessaria al suo benessere individuale, come è salutare lo spossamento che succede al parto degli animali superiori, prodotto dai patimenti sofferti, ed utile forse ad evitare mali maggiori.

Malpighi dice che la farfalla per uscire dal bozzolo emette dalla bocca un copioso liquore: *ab ore itaque copiosam eruetat phlegma, quo proximum folliculi acumen madescit*; liquore negato da molti, e che io vidi osservando il tramutarsi di crisalidi levate innanzi dal bozzolo. In quella guisa che la farfalla esce dal suo involucro per quella via che ella stessa si prepara anche allorquando le si fosse praticata altra apertura artificiale, così, ancorchè ella ne sia levata artificialmente, emette il liquido che sarebbe necessario per forarlo, e che consiste in una gocciola limpidissima, assai rifrangente la luce, la quale vedesi apparire e brillare tra i suoi palpi, seguita da due o tre altre di mano in mano che l'antecedente vien levata. Con tali gocciole crede la farfalla di bagnare il bozzolo che più non la ricetta. Questo liquido mostrasi dotato di un potere alcalino assai palese.

L'azione solvente del liquido stesso sulla sostanza della seta facilita l'uscita del bozzolo, la quale pel rimanente si opera solo mediante atti meccanici, di cui il capo è lo strumento. Per la sopraindicata azione i fili dell'estremità sono predisposti a lasciarsi rompere e spostare, e cedono agli impeti che vi esercita l'animale collo spingere il capo contro quella parte del bozzolo, e coll'imprimervi urti replicati finchè quei fili si smagliano, quella parete cede e si buca. Réaumur è di parere che alla farfalla in tale operazione servano anche gli occhi. La struttura di questi organi già da me descritti, e che è eguale in quasi tutti gli insetti, li fa paragonare ad altrettante lime, mercè l'azione delle quali si rompono i fili che bordeggiano l'apertura per cui l'insetto cerea farsi strada (1). L'entomologia comparata dimostra altre specie che, senza dubbio di sorta, si servono degli occhi per tale ufficio, ciò che sarebbe un argomento in favore dell'opinione di Réaumur.

Prima di procedere oltre e di accompagnare la farfalla, che già sparse il capo fuori del bozzolo, negli atti ulteriori che compie per abbandonare del tutto la sua prigione, debbo farmi carico d'un'osservazione del dott.° Carlo Vittadini. L'illustre baconomo sostiene che la gocciola limpida che esce dalla bocca della farfalla non

(1) È noto che i bozzoli sfarfallati non si ponno filare.

è il solo mezzo che serve al diradamento della parete del bozzolo. Avendo egli con un pezzetto di carta asciugante assorbito di mano in mano la gocciolina limpida e alcalina di cui parlai più sopra, dice d'aver veduto uscire dalla bocca della farfalla uno spruzzo copioso di materia rossastra, che per la copia, le proprietà fisiche e l'acidità era analoga affatto al liquido escrementizio che esce più volte per l'ano dall'insetto perfetto durante la sua vita.

Da questa osservazione scaturirebbero due conseguenze: 1.^o che dalla bocca ponno uscire due liquidi, uno de' quali copioso, e analogo, se non lo stesso, a quello dell'ano; 2.^o che il liquido che bagna la seta non agisce che per la sua umidità e non per le sue proprietà chimiche.

Io esiterei ad ammettere questi corollari, non che il fatto dal quale scaturiscono. Intanto, circa la provenienza d'un tal umore bisognerebbe ritenere l'esistenza o di una comunicazione della bocca coll'ampia borsa del cieco, o di organi speciali atti a secernerlo. Di questi non mi fu dato vederne, nè ho potuto scoprire quella comunicazione col retto. Iniettato un liquido qualunque nel tenue, non oltrepassò mai il ventricolo, il quale sappiamo come vada a poco a poco isolandosi sempre maggiormente e non comunichi più neppur coll'esofago.

Già a priori si potrebbe supporre che deve essere il liquido limpido, alcalino e capace di sciogliere il glutine, quello destinato a bagnare l'estremità del bozzolo, non che l'unico usato in tale occasione, per cui l'estremità bucata non rimane macchiata. A questo proposito vi hanno tuttavia delle apparenze che parrebbero in contraddizione col nostro dire, come sarebbe lo scorgere talvolta il foro del bozzolo circondato da una macchia anellare, rossa, identica per colore a tutte quelle che il liquido, abbandonato dalla farfalla per l'ano, lascia ove tocca. Tale apparenza anellare e regolare della macchia accennata io l'attribuisco a ciò, che la farfalla abbia spruzzato qualche poco del liquido che esce dall'ano appunto quando l'estremità posteriore del suo corpo passava pel foro del bozzolo, e che le pareti di questo alla loro apertura fossero ancor umide del liquido alcalino prima adoperato. L'umor rosso si diffonderà per assorbimento di preferenza là ove il tessuto del bozzolo, già umido, è più pronto a riceverlo, e si disporrà ad anello come si dispose per altra causa il liquido alcalino versato dalla bocca.

Operatasi l'apertura, il corsaletto vi si impegna a guisa di cuneo e sotto reiterati sforzi escono le prime paja di zampe, le quali si applicano alla superficie esterna del bozzolo, vi fanno puntello, e tirano a sè il restante corpo; escono del pari l'altre zampe, finchè da ultimo l'addome passa colla massima facilità.

Appena uscita dal bozzolo, la farfalla si trova in uno stato di grande debolezza; le sue ali, come ho già detto, sono rinvolte, le sue antenne abbassate. È

all'aria ch'essa deve quello stimolo necessario per cui si vivifica e assume le sue forme normali. Sta quindi essa per qualche istante tranquilla al suo posto, cercando di mettersi verticale: intanto sbatte alcun poco le ali che così si distendono, e manda subito per l'ano uno spruzzo forte d'una materia rossastra, densa, che insudicia il bozzolo ancor vicino e i corpi circostanti.

Il liquido in discorso sta raccolto nella grande vescica, che si potrebbe dire vescica urinaria, stante che, sebbene faccia parte del sistema digerente, il fluido che vi si contiene è preparato dai vasi uriniferi.

Quel liquido consta di due parti: l'una poco densa, di color rossastro, torbido; l'altra solida, di color più chiaro, pesante, che ne occupa il fondo. È questo un vero sedimento che, osservato al microscopio, consta di tante particelle oblungo-cilindriche, le quali coll'ingrandimento di 560 volte non si veggono più lunghe di 0^m,0005, e che sono dotate di un movimento browniano assai palese. Essiccato, quel sedimento è rosso, poi roseo, d'aspetto terroso, che sporca le dita come polvere di tal colore. Altrove si è già parlato di quest'umore e del suo significato anatomico e fisiologico.

Il bozzolo non dà alcun indizio del sesso della farfalla che da lui si svolge. — Checchè ne dicano taluni e le creduli massaje, manca ogni indizio per asserire con sicurezza qual sesso uscirà da un dato bozzolo. Generalmente si ritiene che i bozzoli piccoli, leggermente acuminati, lunghetti e più leggieri sfarfallino a maschio, e che quelli più grossi e più pesanti, colle estremità rotondate, sfarfallino a femmina. Il corpo della femmina, più pesante e più voluminoso per le uova che contiene, potrebbe esser causa di maggior rotondità e pesantezza del bozzolo, ma la cosa è incerta e gli indizii non sicuri. Dai pratici, volendosi nella scelta dei bozzoli da seme pareggiare il numero dei maschi con quelli delle femmine, si tiene gran conto di questi caratteri esterni; ma bene spesso sono tratti in inganno. Come mezzo migliore Robinet propose di pesare un dato numero di bozzoli e di dividere il peso ottenuto pel numero stesso dei bozzoli adoperato. Ammesso che risulti ogni bozzolo pesare per adeguato 2 grammi, ne avverrà che tutti quelli che peseranno più dell'adequato daranno una farfalla, quelli d'un peso minore daranno un farfallino. Anche questo sistema però riesce soltanto in via d'approssimazione.

Differenze esterne tra la ♀ ed il ♂ del bombice (Tav. II, fig. 22 e 23). — Il maschio, come ebbi già campo di far notare, poco differisce dalla femmina; le differenze non sono che di dimensione, le quali si riscontrano sull'addome e sulle antenne. L'addome del farfallino è più piccolo, meno arcuato ne' suoi contorni, più definitamente troncato nell'ultimo de' suoi anelli; la farfalla, all'incontro, ha il ventre più ampio in causa dell'ammasso di uova che lo riempie;

gli anelli più distesi; l'apice più acuminato. Oltre a ciò anche le ali appajono più piccole nella femmina che non nel maschio, nel quale si osservano invece le antenne più lunghe e più larghe, che compartono un aspetto particolare al capo del farfallino per cui facilmente si distingue dalla farfalla.

Il maschio, oltre alle differenze notate, presenta i pochi colori, di cui altrove si dissero macchiate le ali, più oscuri e risentiti: ma qui sorgono delle differenze individuali, giacchè questi tratti variano assai d'intensità da individuo ad individuo anche osservati solo nella femmina.

Dell'accoppiamento. — Le nostre farfalle, dacchè sono uscite dalla loro serica prigione, altro ufficio non hanno a compiere, altra funzione da adempire che quella della riproduzione. Non occupate neppure della ricerca del cibo, esse non intendono che all'accoppiamento, alla fecondazione delle uova e alla deposizione di queste. Poco dopo la morte le assale.

La femmina, appena uscita dal bozzolo, se ne allontana alcun poco e rimane tranquilla; la mole del suo addome non l'invita ai movimenti, molto meno al volo. Le sue ali danno qualche battuta, le sue antenne qualche leggier movimento, e nulla più. Indifferente a quanto s'opera intorno a lei, per quanto il maschio le si affatichi d'intorno, ella se ne sta quasi insensibile, nè punto si commove.

Ma quanto è dessa indifferente, altrettanto il farfallino è pieno d'ardore. Uscito della sua prigione, e respirata l'aria per qualche istante, esso prova prepotente il bisogno della copula e corre in cerca d'una compagna. Le sue ali battono rapidamente mentre che si avvolge e gira tutto all'intorno. In questi suoi giri le ali lo aiutano alcun poco, senza però che possano innalzarlo o sorreggerlo. Lasciandone cader uno dall'alto, è molto se evita le scosse della caduta (1). Le sue zampe si movono rapidamente come le sue antenne, mentre cerca una femmina su cui sfogare il suo ardore.

Dacchè ne rinvenne una, egli tenta accoppiarsi. La femmina essendo sulle prime alquanto renitente, egli le gira attorno e la stuzzica coll'ali, colle antenne e colle zampe, e le si mette a paro ora dal lato destro ed ora dal sinistro, rivolgendole l'estremità dell'addome fatta un poco ad uncino onde

(1) Questa impotenza al volare è propria della specie? Falene che non fanno uso delle ali ne conosciamo anche di nostrali, il maschio delle quali però vola sempre. Non potrebbe essere nel baco un effetto della domesticità? Non si vedono forse le oche e le anitre de' nostri cortili incapaci al volo, mentre le stesse specie allo stato di selvatichezza sono capaci di lunghe e protrate peregrinazioni fatte attraverso i campi dell'aria? Si cita qualche raro caso in cui sarebbersi veduti dei farfallini volanti.

ottenere la bramata unione. Alcuni opinano di separare, appena nate, le farfalle de' due sessi, e di non riunirle che alcune ore dopo. Charrel suggerisce questa pratica allo scopo che si completi la formazione degli organi e che si assodino. L'osservazione prova essere questa pratica affatto inutile. Quando la farfalla nasce è già perfetta, e fatta una prima evacuazione del liquido rossastro, è intieramente atta alla copula. Pei maschi poi tale pratica è fors'anche dannosa in causa dell'agitazione cui sono in preda, e che li spossa non poco. Lambruschini poi dice d'aver ottenuto ottimo seme anche da farfalle accoppiate al loro primo nascere; e certamente la cosa non può essere diversamente.

Quando il farfallino è abbastanza fortunato del consenso, ha luogo l'accoppiamento; la quiete succede all'ansia ed ai movimenti; le sue voglie sono paghe. Nei primi momenti della copula i due individui sono accanto l'uno dell'altro col capo rivolto verso un sol punto; in seguito si allontanano e terminano col l'aver il corpo sulla stessa linea ed il capo rivolto in senso opposto. Si danno però delle posizioni intermedie, in cui i due corpi fanno tra di loro un angolo più o meno aperto.

Appena il maschio si è accoppiato, cessa dal muovere le ali e pare concentrato nel gustare le dolcezze dell'atto che compie, il quale continua per un tempo variabile. Durante l'accoppiamento il maschio riprende a battere le ali, ma d'un modo affatto particolare, e che si risolve in molte rapide battute, distinte da un intervallo più o meno lungo; del pari è differente il numero di quelle brevi battute. Malpighi, che le enumerò, le fa salire a 130 circa, dopo le quali subentra un lungo intervallo di riposo simile al primo. Durante questo riposo il maschio sembra spossato, e talvolta si stacca dalla sua compagna; ma la riprende ben tosto, e dopo un quarto d'ora circa rinnova le battute delle ali, che Malpighi farebbe ascendere a trenta circa, durante le quali lo si vede rimesso di forze e tutto vispo; e mentre la sua compagna tien le ali floscie e pendenti, ei le ritiene alzate. I periodi di riposo s'alternano più volte con quelli di movimento; questi sempre più brevi, quelli più lunghi: e così dura per tre o quattro giorni, alla fine dei quali il maschio, esinanito e staneo, si stacca, cessa d'ogni movimento e muore.

Se staceasi anche prima del quarto giorno, spesso non trova più di ricongiungersi: allora si dibatte e gira inquieto, soffermandosi neppure presso le femmine che per caso avvicina. Talvolta invece nei primi tempi della sua vita è desso così lascivo da obbligare al connubio anche una femmina già occupata al parto delle uova.

Intorno alla convenienza di sospendere artificialmente la copula nello scopo di ottenere molte uova e ben fecondate, i pratici sono tuttavia dissenzienti.

Molti, appoggiandosi specialmente all'autorità di Dandolo, ritengono utile staccare le femmine dopo sei o sette ore d'accoppiamento; altri propougono un periodo di tempo o maggiore o minore, e perfino di lasciarle staccare da sè. Io divido l'opinione di questi ultimi, a favore della quale milita l'opera non alterata della natura, la struttura dell'apparato riproduttore, e finalmente la lunga esperienza. Il dottissimo Lambruschini istituì accurati esperimenti in proposito (1), ed ottenne sempre seme migliore e più abbondante lasciando alla farfalla la cura di staccarsi da sè. Quantunque operando diligentemente non si porti alcun guasto alle parti che poi devono servire alla deposizione delle uova, pure si corre sempre qualche pericolo, e come cosa inutile è da evitarsi, tranne il caso in cui si rendesse ciò necessario per scarsità di maschi.

Talvolta la coppia muore durante l'accoppiamento. — Il tempo della copula, che si è detto variabile, in generale è molto lungo, probabilmente per effetto della schiavitù in cui sta tutta la razza presso di noi; in natura sarà forse stabilito per quest'atto un termine a limiti più brevi. D'ordinario dura da 18 a 24 ore, dopo le quali il farfallino si stacca e la femmina comincia a deporre le uova: in questa funzione può continuare da 3 a 4 giorni, e dopo accoppiarsi di nuovo. M'avvenne anche di vedere il maschio non distaccarsi più, e, già morto, esser trascinato dalla femmina in quei pochi passi che questa muove, ciò che certamente non accadrà in natura.

Il maschio si unisce con parecchie femmine, come pure una femmina può ricevere parecchi maschi.

Durata della vita della farfalla. Influenza su di essa dello stato di sanità e di vigoria dell'animale. — La femmina, d'ordinario, gode di vita più lunga che non il maschio, il quale dopo l'accoppiamento, nulla più rimanendogli a compiere, sen muore. Talvolta invece precede nella morte la femmina, la cui vita può riuscire di 7 ad 8 giorni, mentre quella del maschio è di 10 e più. Conservata nell'oscurità e ben riparata, una farfalla può vivere oltre 40 giorni. Lo stato di sanità ha grande influenza sotto questo riguardo. Le farfalle che soffrono di idropisia, di quella malattia cui vanno soggette anche fra noi, e di cui è un sintomo il color nero del corpo, muojono dopo due o tre giorni dalla nascita, e putrefanno.

Deposizione delle uova. — Alla femmina dopo essere stata fecondata resta

(1) Lambruschini. *Intorno al modo di custodire i bachi da seta*. Firenze, 1854. Un volume in 8.º, pag. 205.

ancora a compiere l'importantissima operazione di deporre le uova, lo scopo di tutta la sua vita, la quale per questo soltanto si prolunga. Quanto il maschio è ansioso della copula, altrettanto pare pressosa la femmina di sgravarsi delle uova; così che, se il maschio tarda ad accoppiarsi, incomincia a deporre anche infecunde e colla medesima cura come se avessero ricevuto il principio dello sviluppo.

La femmina depone le uova ad uno ad uno, collocandoli sul piano su cui essa posa, ed al quale restano aderenti perchè umidi d'un umore appiccaticcio. Le uova sono collocate l'uno accanto all'altro, in modo che si toccano e costituiscono uno strato continuo. Solamente in via anormale ne rimangono talvolta sovrapposte due o tre. Le uova giacciono incollate sul piano per una delle loro due superficie più ampie, ed il loro diametro massimo è in continuazione col diametro longitudinale del corpo della farfalla che li depone⁽¹⁾. Quando la femmina si muove nel deporre le uova, queste, disposte in righe, tracciano la via tenuta da essa. La deposizione delle uova continua per ben tre giorni, dopo il qual periodo, assottigliata e sfinita, la femmina è presto ridotta a morte.

Numero delle uova. — Il numero delle uova deposte da ciascuna femmina oscilla tra le 450 e le 500, contenendosene da 60 a 65 circa per ognuno degli otto rami dei tubi ovarici; alcune volte però il numero totale delle uova deposte arriva appena alle 400. La femmina lascia talvolta incompleta la deposizione e muore con un residuo di uova contenute ancora nell'addome, come il maschio si distacca talora dalla femmina e muore prima d'essersi totalmente vuotato del suo elemento fecondatore.

Componendosi un'oncia di uova (chil. 0,03), secondo le tre principali razze da cui queste provengono⁽²⁾, da 27,000 fino a 40,000, occorrono ad ottenerla da 90 a 100 femmine. Il corpo dopo la morte in entrambi i sessi si mummifica e si essicca, specialmente quello del maschio che si trasforma onninamente nel suo interno in una cavità in causa dell'ingrandimento sempre maggiore della vescica aerea; la femmina, massime se muore contenendo ancora un residuo di uova e se collocata in luogo umido, può putrefare, e la botrite bene spesso ne tappezza l'interna cavità.

(1) Vi sono due varietà di bachi da seta, detti di Persia e di Broussa, che il marchese Michele Balsamo-Crivelli coltivò già in passato, le cui uova non sono involte da glutine di sorta, e che non rimangono collate. Non so da che possa dipendere questa singolarità.

(2) Bachi terzini, comuni di Brianza, e grossi di Meldola o di Romagna.

Esperienze sulla durata della vita degli insetti. — Più volte nella descrizione de' diversi stadii della vita del bombice ebbi campo a mostrare che questi variano nella loro durata: qualche parola ancora mi occorre di aggiungere sopra il medesimo argomento. La vita degli insetti e di tutti gli animali inferiori è maggiormente collegata, che non quella di esseri più elevati, cogli agenti fisici ed atmosferici nei quali essi vivono. Alcune funzioni, direi fisiche, del corpo animale, e tra le altre quella della *traspirazione*, assumono un'importanza maggiore in questi esseri e regolano assai le altre funzioni. Così dicasi della copia maggiore o minore del nutrimento che vale a determinare perfino il sesso dell'individuo.

Egli è per questo che la vita del baco allo stato di larva può essere assai abbreviata con un abbondante cibo ed una temperatura elevata; e si può giungere a tanto da fare che in brevissimo tempo esso assuma la forma di crisalide. Il termine minimo della vita del bruco pare essere di 25 giorni, mentre d'altro lato non può essere protratta ad oltre 50. La vita allo stato naturale è di circa 33 giorni, ed a questo periodo devesi, secondo i più e per quanto è possibile, avvicinare quella dei bachi artificialmente educati.

Lo stadio di crisalide è ancora più soggetto alle vicende del clima: si può asserire che la temperatura ne determini da sola la durata; intorno al quale argomento si ponno fare le più curiose esperienze tanto sulla crisalide del bombice, quanto su quella degli altri insetti.

La crisalide, che vedemmo altro non essere che l'insetto perfetto non ancora compiuto e avvolto in un involuppo corneo, ha bisogno d'evaporare una data copia d'acqua, affinchè i suoi organi, acquistata la solidità voluta, possano permetterle di attendere alla procreazione: e questa evaporazione è tutta dipendente dal grado di temperatura in cui sta la crisalide.

Alla temperatura del nostro paese e della stagione estiva, nella quale si educa da noi il baco, la crisalide impiega da 8 a 10 giorni per svolgersi e mutarsi in farfalla. Se quella temperatura si accresce, l'animaletto si svolge in assai minor tempo, nel qual caso però devesi aver cura che l'umidità che si sviluppa dal suo corpo non le stanzii addosso o nell'atmosfera che la circonda, ma lo lambisca aria sempre rinnovata ed asciutta.

Che il corpo delle crisalidi emetta umidità è facil cosa l'accertarsene collocandone alcune in un tubo di vetro bastevolmente capace e poi chindendo ermeticamente il tubo. Dopo qualche tempo goccioline d'acqua aderiscono all'interna superficie del tubo, che si raccolgono in gocce maggiori e cadono al fondo, il quale rimane coperto da un liquido limpido e trasparente.

Ecco il decrescimento che soffre il baco dal momento che ha raggiunto il suo maggior peso fino alla sua morte:

Baco a pieno accrescimento	Grammi 4,80
Crisalide.	” 2,25
Farfalla femmina.	” 1,69
Farfallino maschio.	” 0,95
Farfalla che ha deposto le uova	” 0,56
Farfalla morta dopo la deposizione delle uova e quasi disseccata	” 0,25

Le esperienze sopra l'acceleramento della vita della crisalide, più che non su quella del baco, è meglio farle sulla crisalide di quelle specie la cui durata è comparativamente più lunga. Tali esperienze furono istituite con molto successo da Réaumur, il quale ponendo in una serra calda o a covar sotto dindie delle crisalidi che si sarebbero metamorfosate nel settembre dopo esser rimaste un anno in quello stato, ne otteneva invece la farfalla subito sul principio del verno, e farfalle interissime e vispe e belle, e che tosto deponavano le loro uova. Così trasformava i mesi della vita naturale di quelle crisalidi in altrettante settimane e forse anco in minore spazio.

Nel bombice è l'esperienza contraria che meglio riesce, cioè il ritardare lo sviluppo della farfalla. Ad ottenere l'intento basta collocare in luogo freddo i bozzoli contenenti ancora la crisalide. A tale scopo si ponno mettere in una cantina, o meglio ancora in una ghiacciaja, in modo però che non tocchino mai il ghiaccio, e avendo cura di tenere secco mediante un corpo igrometrico (p. e. l'ossido calcico) l'ambiente in cui sono collocati. In simile stato giungono a vivere perfino un anno, non superando la temperatura i 2 gradi sopra lo zero: in una cantina, ove la temperatura è dai 10° ai 12°, si protraggono fino al verno⁽¹⁾. Per fare poi che la farfalla si svolga, bisogna di nuovo portarla ad una temperatura più elevata. Questa proprietà della crisalide è nota ai cultori dei bachi, i quali si servono di un tal mezzo appunto per avere uova che non si schiudano che in estate avanzata od in autunno. È questo il miglior mezzo da impiegarsi qualora si voglia fare una coltivazione autunnale piuttosto che tener sul ghiaccio le uova, ed impedire che queste

(1) Il freddo quanto è più intenso, più a lungo protrae la vita di questi animali, a condizione però che troppo forte non li uccida. Payen ed altri chimici gelarono ninfe di baco di seta con ottimo successo.

si svolgano nella loro epoca naturale. Sottraendo le uova appena deposte dalla farfalla dagli ardori dell'estate, ed essendo partorite tre mesi circa più tardi, la nascita è protratta d'altrettanto tempo nell'anno successivo, ed è conseguito il desiderato intento.

Ordinariamente però da coloro che fanno le coltivazioni autunnali si usa tenere in serbo le uova. Esperienze comparative intorno al necessario sviluppo dei bachi di queste coltivazioni ritardate dimostrano che essi risultano meno pesanti degli altri. Mentre nel pieno sviluppo un baco in estate pesa centigrammi 4,80, in autunno non pesa più di centigrammi 4,20. La stessa differenza sussiste anche pei bozzoli (1).

Réaumur, che fece pur anche queste esperienze sopra parecchie farfalle e falene, arrivò ad ottenere il ritardo di un anno nello svolgersi dell'insetto perfetto. Conservata la crisalide per un tempo maggiore in un'atmosfera troppo fredda, i suoi liquidi si alterano, e l'invecchiato insetto muore e marcisce.

L'evaporazione della crisalide è maggiore nel maschio che nella femmina. — Nella grande evaporazione che soffre la crisalide troviamo la ragione del rapporto di peso tra il baco e l'insetto perfetto. Il maschio pesa meno della metà della femmina; e come mai ciò accade se allo stato di bruco pesavano egualmente? Esperienze da me fatte su questo argomento mi diedero l'evaporazione assai maggiore nel maschio che nella femmina, i cui umori sono specialmente assorbiti dalle uova che in quell'epoca ingrossano, e trattengono così nel corpo di lei, mentre se ne sfuggono in maggior copia da quello del maschio.

Ecco accennati i punti più salienti della vita del baco, i quali non differiscono molto da quelli d'altre falene sia esotiche che indigene. La sua vita è più breve di quasi tutte le altre, e sotto questo rapporto è di un grande vantaggio. Ma la sua immensa superiorità su tutte le altre falene consiste nella bontà e nella copia della seta che produce: una tanta copia di prodotto serico si potrebbe già desumere dal cibo esclusivo che prende, attissimo per la sua chimica natura a fornire gli elementi che compongono il prezioso filo. L'accennata esclusività per la foglia del gelso è d'altra parte però di danno, perchè la riuscita dell'insetto rimane direttamente legata allo sviluppo di quest'albero esotico pei nostri paesi.

(1) H. Meynard et C.^{ie} de Valréas, *Éducation des vers-à-soie à la chute des feuilles*. Nyons, 1855, opusc. in 8.^o Quest'opuscolo, dedicato a coloro che bramano fare le coltivazioni autunnali, venne tradotto in italiano e pubblicato dai signori Ambiveri e Lupini, rappresentanti pel regno Lombardo-Veneto e pel Tirolo la ditta francese, sotto il titolo: *Sull'allevamento dei bachi da seta al cader delle foglie*. Bergamo, 1855, in 8.^o, tip. P. Cattaneo.

Egli è per questo che a più riprese furono suggeriti altri surrogati al bombice del gelso; ma i tentativi che se ne fecero rimasero finora con poco successo, e non corrisposero quando si trattò di tentarne in grande la coltura.

Così furono proposti l'*Attacus luna*, l'*A. cecropia*, l'*A. polyphemus*, dell'America del Nord; quest'ultimo dà una seta che s'avvicina a quella del bombice del gelso. La sua larva vive delle foglie del rovere, del pioppo, del biancospino e d'altre piante nostrali, che parrebbero renderne probabile l'allevamento in grande. S'aggiungano ancora la *Saturnia atlas*, la *S. Mylitta* Fabr. (*Paphia* Linn.) del Bengala, la *S. ussuniensis*, la *S. Perrottetii* e la *S. Pernyi*, non che la *S. cynthia*, propria delle Indie orientali, che danno, quali più, quali meno, speranza di essere introdotte fra noi.

Tra tutte queste ebbe però il miglior successo la *Saturnia cynthia* che si pasce delle foglie del ricino. Ma la vita di questa specie pare troppo attaccata allo sviluppo del suo alimento. Le sue uova si svolgono tosto e richiedono d'esser subito allevate, di modo che all'Assam se ne fanno fino sette coltivazioni all'anno. La seta è di buona qualità, e il bozzolo ne è abbastanza ricco; si prevede tuttavia che una tale specie non potrà essere coltivata che là ove il ricino è perenne, come per esempio nella Sardegna, nella Sicilia, nella Spagna, in Algeria e nei paesi più meridionali (1).

La *Saturnia Mylitta* Fabr., che vive sui vegetabili di quattro o cinque famiglie diverse, dà un bozzolo d'una struttura singolare. Esso è grosso, liscio, duro assai e quasi cilindrico, con una estremità aperta e l'altra emisferica; esso è peziolato, cioè appeso ad un picciuolo nero, corneo, rigido, che con una estremità s'attacca al bozzolo, coll'altra circonda d'un anello il ramo su cui è appeso; la sua seta è molta e lucente.

La *Saturnia Pernyi*, che il signor Guérin-Méneville distinse molto a ragione come una specie particolare, è affine assai alla *S. Mylitta*, ma vive esclusivamente delle foglie della quercia ed abita il nord della China. Il bozzolo di questa specie, dedicata al benemerito missionario cinese, ha esternamente un tessuto lasso che forma una sbavatura mediante la quale è fissata a più foglie. Un pedicello piatto, esile sta inoltre collato contro la nervatura principale d'una foglia, od anche contro il picciuolo della foglia stessa. In fine questi bozzoli sono attaccati con tutta la loro superficie alle foglie tra le quali sono posti assolutamente come quelli del nostro bombice del gelso (2). Si videro già in Parigi bellissime stoffe

(1) Cornalia, Memoria citata.

(2) Vedi Guérin-Méneville, *Séance de l'Académie des Sciences*, du 28 mai 1853, e *Revue Zoologique*, 1853, pag. 292.

per la finezza e per i colori, fabbricate dal sig. Torne colla seta di questa saturnia della quercia. Il clima in cui essa vive, analogo a quello di molti paesi d'Europa, e il suo nutrimento comune fra noi lasciano la maggior speranza per la felice riuscita e l'utilità della sua introduzione.

Varietà più o meno coltivate del Bombyx mori. — Sorte di poco migliore di questi nuovi prodotti di esotiche contrade ebbero fra noi parecchie varietà che offre il nostro baco comune, quale sarebbe, tra le altre, quella che fornisce la seta bianca, varietà che qui coltivasi poco, e, quasi direi, alla spicciolata, ma che si alleva piuttosto copiosa in Piemonte e in Francia.

La varietà *zebrata*, la varietà *mora*, di cui abbiamo più sopra parlato, non sono propriamente coltivate e non lo furono che in via di esperimento. Lo stesso dicasi di quella varietà detta *trivoltini* o *trigenii*, costante a Pistoja ed adiacenze in Toscana, la quale nasce una seconda volta nell'anno, e si riproduce avanti il verno, per cui permette due coltivazioni annuali. Ciò che è singolare in siffatta varietà si è che asportata altrove, a poco a poco degenera e ritorna al tipo comune. Nessuno investigò la causa di simile fenomeno veramente singolare, ma bisognerebbe trovarsi ove la si coltiva per studiare le cause che ponno averlo provocato.

Le altre varietà del baco da seta tengono molto alla natura della seta ed al volume del bozzolo. Tali sono le varietà comuni di Brianza, quella di Novi, la Sina o Chinesa, quella del Friuli, quella grossa di Romagna e delle Marche, ec.

Aggiunti questi pochi cenni alla fisiologia generale del baco, passerò ora alla fisiologia de' suoi sistemi, a trattare, cioè, delle sue funzioni in particolare, dalle quali risultano gli atti generali della sua vita, fino ad ora solamente tracciati. Studiate dapprima le funzioni della vita vegetativa, passerò a quelle della vita animale o di relazione, per terminare con quelle della riproduzione e del prodotto della fecondazione.

CAPO II.

FISIOLOGIA SPECIALE DEI SISTEMI.

ARTICOLO I.

Della nutrizione.

A. *Della nutrizione nella larva.* — Alla nutrizione nel bombice del gelso presiede il sistema digerente considerato nel suo complesso, in un tutto cogli organi che ne dipendono e coi rami nervosi che in lui si spandono.

La struttura e la composizione del sistema digerente vennero già trattate nella parte anatomica, alla quale rimandiamo i nostri lettori; ora dobbiamo vedere il bombice in azione, studiare cioè il modo con cui assume gli alimenti, come li viene modificando, come ne estrae i principii nutrienti e come ne elimina i superflui.

Appena nato il baco mangia solo la parte tenera della foglia, che trafora. — Svolto dall'uovo, il baco si serve subito delle sue mandibole per cibarsi della foglia. In quei primi momenti della sua vita soltanto la porzione più tenera viene intaccata dalle sue ancor tenere mascelle, ed è perciò ch'ei si rivolge alle sole parti della foglia collocate tra le nervature, dalle quali rifugge ogni volta che s'abbatte in esse, attaccando in quella vece direttamente alla loro superficie le foglie, che finisce col bucherare in modo da sembrar trapassate da pallini da schioppo.

Come tiene il baco la foglia per mangiarla al margine. — Appena ingrossato, il baco predilige portarsi al margine della foglia che comincia ad intaccare. Postosi col suo corpo in corrispondenza dell'orlo della foglia, ne tiene fermo il lembo fra le sue zampe anteriori: allora il margine della foglia trovasi nella direzione dell'apertura che lasciano tra loro le sue mascelle allorquando si aprono, mentre queste agiscono lateralmente; e per tal modo il margine stesso può esservi compreso. Il baco infatti per mangiare apre le sue mandibole, le porta verso la lamina della foglia e le chiude; e tra esse serra così un pezzetto di *parenchima* della foglia che viene divolto dal margine tagliente delle mascelle; e ripetendo rapidamente quest'atto, riduce in breve tempo buon tratto di foglia in minutissimi frammenti. Nell'intaccare la lamina fogliata esso procede ad archi di cerchio, secondo, cioè, la curva che fanno le sue mascelle ed il suo capo attaccato al restante del corpo.

Voracità del baco da seta e suoi effetti. — La copia del cibo che prende quest'insetto varia a norma della sua età e delle molte circostanze interne ed esterne, in cui si trova l'individuo; tra queste la temperatura è delle più influenti; così a 15 gradi mangia a stento, a 19 si ciba riccamente, a 25 o 26 gradi divora. Secondo la diversa età dei bachi varia assai anche la facoltà di resistere al digiuno. Il bacolino appena nato può sopportare un digiuno di 15 giorni senza troppo soffrire, se però la temperatura, in cui è tenuto, sia bassa; bene nutrito in seguito, compie felicemente la sua carriera. Nell'età più avanzata resiste meno alla privazione dell'alimento. Alcuni pratici, a risparmio di foglia, avevano suggerito potersi sospendere il cibo tosto che il baco superi la quarta muta, e ciò senza pregiudizio della tessitura del suo bozzolo. Nell'articolo quinto di questo stesso Capo, in cui parlasi della secrezione della seta, trovansi esposti

i risultamenti che si ottengono dalla sospensione del cibo dopo la quarta muta, e vi si vede come il cessare innanzi tempo dall'apprestare l'alimento sia sempre a detrimento della quantità del prodotto serico. La copia di foglia che il baco mangia durante tutta la sua vita è tale, che i bruchi provenienti da un'oncia di uova consumano circa 700 chilogrammi di foglia. La nutrizione nel baco è tanto attiva, che nel breve ciclo di sua vita pare impossibile che aumenti tanto di volume e di peso. L'involucro esterno in parte cede per seguire l'aumento degli organi interni, in parte si muta quando è incapace d'ulteriore distensione. Ecco qui un rapporto tra l'età, il peso e il volume del baco:

	Lunghezza		Peso	
	in mill.	in grani	in grammi.	
Alla nascita.	3	0,011	0,000,56	
Al principio della 2. ^a età	7	0,7	0,007	
" 3. ^a "	17	1	0,05	
" 4. ^a "	27	4	0,5	
" 5. ^a "	45	20	1	
Al pieno crescimento	90	80	4	

Dal che nasce che il baco maturo pesa più di 7 ad 8 mila volte il bacolino appena nato, come ne è più lungo circa 30 volte: queste cifre però non sono che approssimative.

La voracità del baco varia molto secondo la sua età; per esperienze reiterate si sa che la foglia consumata nelle prime quattro età è un quarto circa di quella che consuma nel solo quinto ed ultimo stadio di bruco.

I baconomi a questo proposito ci forniscono le seguenti proporzioni:

1. ^a età	Parti	4
2. ^a "	"	3
3. ^a "	"	10
4. ^a "	"	30
5. ^a "	"	175

Via che tiene il cibo. — Il cibo, oltrepassate le fanci, entra nel breve esofago, dal quale passa subito nel ventricolo, ossia nell'ampio e lungo scompartimento che primo presenta il sistema digerente. È in questo tratto che la foglia viene digerita, e commista per tale scopo ad un liquido particolare che ne opera la digestione.

Ghiandole salivali. - *Saliva.* — Nella bocca s'aprono anche le due ghiandole

lunghe, altrove descritte, e che già ebbero il nome di *ghiandole salivati*. È probabile che alcun che di analogo alla saliva si versi nella bocca per gli orifizii di quelle due ghiandole, ma la è cosa difficile a provarsi; del resto forse non occorrerebbe per la natura del liquido dello stomaco una *secrezione salivale* nel baco, e solo per la loro posizione meriterebbero le accennate ghiandole un tal nome.

Le altre due ghiandole già descritte nella Parte Prima di questo lavoro e che giacciono in vicinanza all'esofago, gettano il loro prodotto nel tubo setifero e non servono per nulla alla digestione.

Del succo gastrico o enterico. — I minuzzoli di foglia entrati nel ventricolo si trovano avvolti nel liquido secreto dallo strato medio delle sue pareti.

a) *Proprietà fisiche.* — Il succo gastrico è un liquido piuttosto denso, più pesante dell'acqua, dell'aspetto dell'albume d'uovo, giallognolo e trasparentissimo. Esso è secreto in grande abbondanza, e per la sua densità i frammenti del cibo vi si veggono come sospesi. Lasciandolo essiccare sopra una lamina di vetro, serrepola, ma non lo si vede cristallizzare: evaporandolo, diventa un po' teraceo.

b) *Proprietà microscopiche.* — Osservato al microscopio, si vede contenere alcuni globuli e dei frammenti assai rari di laminelle epiteliali che certamente non possono derivare che dalle pareti stesse dello stomaco, le quali trovansi in continuo sfacimento e in continua riformazione. Nessun altro elemento appare nel liquido dello stomaco quando è puro: conviene quindi esaminarlo subito dopo le mute, prima che il bruco abbia preso alcun cibo.

c) *Proprietà chimiche.* — All'analisi chimica questo liquido mostrasi assai complesso; esso contiene zucchero, gomma, cloruro potassico, non che solfato e fosfato di potassa, di soda e d'ammoniaca.

È necessario l'avvertire che tale è l'analisi del liquido del ventricolo privo dei frammenti di foglia; nel caso contrario esistono già in esso dei prodotti dell'azione del fluido sulla foglia stessa, prodotti che debbono trapelare da sè all'esterno per esosmosi e divenir succo nutritizio di tutti i visceri, tra i quali non dubito doversi citare lo zucchero e la gomma indicati tra le sostanze rinvenute nel sangue.

Allo scopo di sperimentare le proprietà attribuite a questo fluido, procurai di avere isolato quel liquido che si trova nell'intestino quando il baco cessa dal prender cibo per inoltrarsi nelle mute, e contemporaneamente si svuota di quanto contiene il suo tubo intestinale. Ottenutolo isolato, vi riconobbi ancor più manifesta l'alcalinità, e la pasta d'amido a lui commista dar luogo alla presenza di materie zuccherine. Questo fluido è dunque analogo in ciò al succo pancreatico, o alla bile; nè mi parve privo della proprietà di emulsionare le sostanze grasse, giacchè versandovi due o tre gocce di olio d'olivo, queste si divisero

all'infinito prendendo l'aspetto d'una vera emulsione, e diedero origine a globuli che al microscopio parevano rinvolti da una membranelletta.

Ecco le azioni chimiche del succo dello stomaco chilifico del baco, dalle quali si può dedurre la sua azione sopra la foglia colla quale si trova a lungo in contatto, e da cui estrae la gomma, lo zucchero, e ne rende solubile la clorofilla. Da tutti questi principii, maggiormente elaborati pel contatto cogli organi stessi e pel passaggio attraverso alle loro pareti, risulta in breve il fluido nutritizio o sangue che li bagna dovunque.

Da quanto si è detto rilevasi che se avesse a paragonarsi lo stomaco del baco a qualche parte dell'apparato digerente degli animali superiori, per il suo ufficio corrisponderebbe al duodeno, o a quella porzione di tubo intestinale ove si versano i prodotti del fegato e del pancreas; sotto questo rapporto il baco non avrebbe stomaco. Bisogna però qui aggiungere che lo zucchero e la gomma già trovansi nella foglia del gelso; parrebbe quindi che il succo gastrico non abbia altra missione che di estrarli e separarli.

Come accade la secrezione del succo gastrico.— Si è già parlato della struttura della membrana media dello stomaco del baco: in questo tubo le ghiandole secernenti versano per uno sbocco particolare il succo che serve alla digestione, e che si sceerne nel loro seno. La secrezione poi nell'interno del follicolo ghiandolare accade colla rottura delle cellule che vi si formano di continuo; queste rompendosi, abbandonano per tal modo il loro prodotto. Sono le spoglie delle cellule rotte che notammo vedersi nell'esame microscopico del liquido (1).

(1) C. Bernard (*Leçons de Physiologie expérimentale appliquées à la médecine, faites au collège de France* (Paris, 1855. Un volume in 8.°, pag. 96 e 97) vorrebbe che il ventricolo chilifero o lo stomaco di tutti gli insetti, esclusi i gorgoglioni e i kermes (genere d'emitteri), fosse la sede di un'altra funzione esercitata, secondo lui, dal fegato negli animali superiori, intendo dire la *funzione glucogenica* o la formazione dello zucchero. A molti de' lettori sarà nota la recente scoperta (tuttavia però da taluno contestata) dell'illustre fisiologo francese, la quale consiste nell'aver trovato che il fegato degli animali, oltre la missione di secernere la bile, ha anche quella di preparare la materia zuccherina che versa poi nel torrente della circolazione: nel fegato si troverebbero elementi anatomici distinti, cui sarebbe devoluta questa particolare funzione, la quale negli animali inferiori si compirebbe da organi speciali. Bernard nega la facoltà glucogenica ai vasi malpighiani o renali, che Léon Dufour ammette sempre come epatici, e la rifiuta per ciò che, bolliti con una soluzione cupro-potassica, non si manifestò riduzione di sorta nel liquido, né ad occhio nudo né al microscopio. Indipendentemente da questi organi, nelle pareti stesse dell'intestino degli insetti, secondo il citato autore, si trovano delle cellule perfettamente analoghe alle cellule epatiche dei vertebrati; per cui trattando colla soluzione cupro-potassica il liquido che umetta le pareti intestinali, trovansi ch'esso viene prontamente ridotto. Se ciò si verifica realmente, verrebbe ad acquistare maggior fondamento la opinione che lo stomaco del baco può considerarsi come corrispondente al duodeno, e che in lui mancherebbe lo stomaco propriamente detto.

La mole della crisalide e della farfalla dipende in gran parte dal nutrimento del bruco. — Lo sviluppo di tutto il corpo dell'insetto avviene in ragione del nutrimento. Quanto più questo è abbondante e succoso, altrettanto quello è rapido e ragguardevole. La crisalide stessa e la farfalla risentonsi del nutrimento preso dal bruco, ciò che potei constatare con apposite esperienze.

La porzione intestinale che tien dietro allo stomaco chilifico ha poca importanza fisiologica; in essa si concentra quanto degli elementi sfuggi alla digestione perchè destituito d'ogni materia utile. Le materie contenute danno reazione acida. La parte fluida vi è assorbita, e i minuzzoli della foglia costipati e compressi costituiscono gli escrementi, i quali riescono solidi e si foggiano sulla forma che loro imprime il retto. E così si trasformano in cilindri brevi, della lunghezza di 0^m,003 circa, seannellati pel lungo, che in breve si essiccano ed anneriscono da verdi che erano da prima.

Ufficio dei vasi malpighiani e del loro contenuto. — Appendice al sistema digerente stanno i vasi malpighiani, ossia que' sei lunghi vasi che, tratta origine nella parte posteriore del corpo a ridosso del retto, dopo infiniti giri si portano anteriormente; e da ultimo fusi tutti in due tubetti, sboccano all'estremità dello stomaco del bruco. Questi vasi altre volte erano ritenuti *biliari*, ma a tale opinione si oppongono: 1.º la natura chimica e microscopica del loro contenuto; 2.º la località dell'intestino nel quale metton foce e versano il loro contenuto; 3.º il vederli sviluppati anche quando l'animale non digerisce più nulla. Sono adunque da ritenersi piuttosto per vasi *urinarii*, cioè per vasi incaricati di assorbire i principii che vanno eliminati dall'organismo.

Il contenuto dei vasi malpighiani è un liquido ricchissimo di corpicciuoli fusiformi o cilindrici, brevissimi, che all'ingrandimento di 560 volte si presentano lunghi non più di 0^m,0005. Un liquido siffatto non può servire in alcun modo alla digestione, e presenta piuttosto i caratteri dei liquidi che soffrono una metamorfosi regrediente.

La chimica vi constatò acido urico, con che la questione venne decisa a favore dell'ultima opinione. Questi vasi poi nel baco si mantengono sviluppatissimi allo stato di crisalide, e più ancora a quello di farfalla, nei quali stadii si sa che il bombice non riceve alimento di sorta.

Altri organi inservienti alla digestione incaricati di speciali funzioni non si rinvengono nel baco. Il prodotto della digestione non è raccolto da vasi particolari, nè assorbito da un sistema speciale assorbente per trasportarlo nella circolazione. Esso trasuda dalle pareti dello stomaco, per un processo d'esosmosi, e divenuto, al di là delle pareti di quello, fluido nutritizio, fa le veci di sangue, ed irrorà gli organi che ne traggono il loro alimento.

Il baco da seta beve? — Su quest'argomento, specialmente dopo la teoria emessa dal signor Grassi, in cui si mostra il baco avido d'umidità, ebbi a ripetere alcune osservazioni già istituite da altri, ed ottenni per risultato che *il baco beve, ma non sempre*. Il diverso modo d'azione poi dipende da cause complesse che fino ad ora non sono bene definite.

Se intanto che il baco attende a mangiare si colloca con un fuscello di legno una goccia d'acqua sulla foglia, in un punto ove in breve arriverà colle sue mandibole, si osserva che quando queste toccano la goccia, il più delle volte essa viene assorbita; in tal modo ad un solo individuo ottenni di fare assorbire tre o quattro gocce di seguito; tal'altra invece m'accadde di vedere il baco accorgersi della presenza della goccia, arrestarsi ed evitarla, continuando altrove a mangiare.

Da che mai può dipendere questo diverso modo di comportarsi dell'insetto? Ha egli bisogno talvolta che il suo cibo sia diluito? Se la risposta non è per ora possibile, il fatto non cessa però d'esser vero, e potrà servire di base a future ed interessanti osservazioni.

B. Della nutrizione nella crisalide. — Lo stato di erisalide è uno stato solo apparente, come si vide quando si trattò delle mute; in esso non fa che prepararsi l'insetto perfetto.

Nella maggior parte degli insetti però la digestione non è che sospesa, stante che l'insetto perfetto ritorna a prender cibo. Nel baco da seta anche la farfalla non riceve materie elementari, e sotto questo rapporto la sua erisalide, ancor più propriamente, non è altro che un preludio a quello stato più perfetto. Tuttavia, se nella erisalide è nulla la digestione, la nutrizione degli organi è pur grande, giacchè in quell'epoca essi si formano, si sviluppano, si rassodano. La nutrizione degli organi si opera a detrimento del tessuto della massa cellulare o adiposa che dir si voglia, la quale diventa meno consistente di quello che era nella larva, si scioglie e presta così i proprii elementi agli organi che ponno assorbirli e tramutarli nella loro propria sostanza. Ecco il grande ufficio del tessuto sovraccennato, che nella larva pare solamente destinato a frammettersi fra gli organi stessi, a seppellirsi nelle sue profondità, ed in tal guisa a difendere il corpo quando non è rivestito da involucro abbastanza solido. È questo l'istante in cui, come dicevano i vecchi osservatori, il corpo della erisalide non è che una poltiglia (*une bouillie*), nella quale gli organi sono quasi disfatti; poltiglia bianca, scorrevole, pochissimo densa. L'intestino è vuoto, e non pare in azione alcuna; esso va sempre più restringendosi e raccorreandosi, e preparasi ad assumere nelle sue varie parti quelle dimensioni proporzionali che sono proprie dell'insetto perfetto di cui ora m'accingo a parlare.

C. *Nutrizione dell'insetto perfetto.* — La digestione e la nutrizione nell'insetto perfetto sono quasi nulle. Quella è veramente annientata, questa è minima ed è un po' continuata soltanto per mantenere gli organi nello stato che presentano il primo di in cui appare la farfalla, e per riparare alle continue perdite che questa soffre; ma tutto s'opera a spese della materia che già esiste nell'interno del corpo.

L'insetto perfetto non ha mascelle, e due piccole appendici molli rappresentano ciò che negli altri lepidotteri costituisce la proboscide. Nessuna masticazione quindi, nessun succhiamento.

La struttura di tutto il tubo digerente è annientata, nulla più essendovi che debba essere digerito. È mirabile l'accordo che qui si riscontra tra la struttura di questo apparato digerente e le funzioni che gli sono imposte.

Ufficio della vescica aerea. — Nell'esame delle sue parti riscontrasi un organo, il cui ufficio è inesplicabile, se pure non vogliasi ritenere che la natura ve l'abbia lasciato per servire all'unità del suo piano di creazione, e che distrusse la funzione avanti di distruggere l'organo. Quale è lo scopo del *ventricolo succhiante* sviluppato nel baco, il quale non s'ugge e non vola, in confronto ad altre falene che succhiano e volano? Nelle specie di farfalle che succhiano il nettare de' fiori (*Sphinx atropos*, *S. ligustri*, ec.) si eredita servire la vescica d'aria a facilitare quest'atto; ma la nessuna sua comunicazione coll'esofago, e la sua presenza nel nostro bombice che non si nutre, non permettono di ammettere tale supposizione. Parrebbe piuttosto servire a rendere l'animale più leggiero e più atto al volo, alla quale ipotesi potrebbesi opporre che la farfalla del baco da seta non fa uso dell'ali. Questa circostanza però è meno assoluta, e la sua presenza potrebbe già essere un argomento a ritenere che almeno il maschio voli nello stato naturale, con che verrebbe a spiegarsi, se non altro, un ufficio della vescica aerea. Ma non potrebbe essa averne per avventura qualche altro? Colla sua tensione, o per meglio dire coll'elaterio che l'aria in essa compressa esercita su tutti i visceri, non esclusi gli ovarii e la vescica urinaria, perchè non servirebbe a facilitare l'uscita delle materie dall'addome del maschio e della femmina? Perchè quell'aria non sarebbe il prodotto della metamorfosi dei tessuti, e quindi una specie di secrezione gazona di cui ha d'uopo di liberarsi l'organismo del baco?

Proprietà chimiche dell'aria della vescica aerea. — Raccolta dell'aria di questa vescica, la si riscontra meno ossigenata dell'aria comune; sbattuta con una soluzione di barite e di calce, dà un precipitato di carbonato baritico o calcico in quantità maggiore che non darebbe altrettanta aria comune. Vi abbonda pure l'azoto; ma sotto questo rapporto non è a paragonarsi alla vescica

natatoria de' pesci, la cui significazione anatomica è quella di veri polmoni, di un vero sistema respiratorio, cioè, che si aggiunge, e può supplire a quello delle branchie (1).

Queste sono semplici supposizioni che si ponno fare intorno all'ufficio della vescica d'aria degli insetti, le quali se da un lato sono appoggiate a qualche esperienza, dall'altro non contraddicono a quanto ora si conosce sulla fisiologia degli insetti, e ponno ammettersi finchè osservazioni contrarie non vengano a dimostrarne l'insussistenza.

Vasi malpighiani e vescica urinaria nell'insetto perfetto. — I vasi malpighiani sono nel massimo loro sviluppo anatomico e fisiologico, e la loro secrezione ha luogo in causa d'una rottura delle cellule dei follicoli delle pareti. Alla secrezione di questi vasi s'aggiunge un ampio serbatoio nel quale l'urina od il prodotto dei vasi renali si raccoglie e si conserva per venire poi di tratto in tratto spinto fuori per l'ano. Un tal serbatoio vale a dimostrarci quanto sia grande la secrezione dell'urina, e a farci comprendere facilmente le sue proprietà. Il sedimento roseo-giallastro altro non è che l'ammasso di quei corpiccioli che trovansi nell'egual liquido della larva, e che pel loro peso raggiungono sempre la parte più bassa. Come già si è detto, essa è l'espressione della metamorfosi regrediente di tutti i tessuti; giacchè, mentre tutte le parti nel corpo del bombice si distruggono, questo liquido, in cui si trasformano, aumenta sempre ed abbonda, sebbene di tratto in tratto spruzzato fuori in notevole copia.

Del vero nutrimento del baco da seta e de' suoi surrogati. — La foglia del gelso è il naturale e più adatto nutrimento del baco da seta. Appartiene il gelso al genere *Morus* di Linneo (2), originario della China e dei paesi orientali: questo genere spetta alla famiglia delle Orticee, ed offre parecchie specie le quali diedero luogo, mediante l'artificiale coltivazione, a molte varietà più o meno ammesse dai botanici. Due specie ben distinte sono il *Morus alba* cogli amenti femminei eguali al loro peduncolo, i frutti bianchi o bianco-rosei; ed il *Morus nigra* cogli amenti femminei più lunghi del loro peduncolo ed i frutti rosso-nerastri. Quest'ultima specie pare nativa anche di Grecia. I Romani la chiamavano *Morus celsa*, donde, secondo il Moretti, sarebbe derivata la volgare appellazione di *gelso*. Per ottenere dal gelso foglie migliori viene innestato, con che però s'abbrevia assai la sua vita e lo si rende assai delicato. Il gelso, quando

(1) Un esempio l'abbiamo nel *Lepidosiren paradoxa*, nel *Protopterus annectens*, nel *Gymnarchus niloticus*, ec.

(2) G. *Morus* *Lin.* Monoica. Amenta unisexualia; perigonium 4—lobum, lobis concavis. *Masc.* Stamina 4, perigonii laciniis alterna. *Fem.* Ovarium liberum, stigmata 2, semina 1-2, perigonio pulposo oblecta.

non gli si chieda che frutti ed ombra, regge ai freddi più intensi e può sopportare un abbassamento di temperatura dai 25 ai 27 gradi sotto lo zero; non così se gli si tolgono le sue foglie per nutrirne i bachi. Il gelso ha bisogno di calore e di luce, e queste circostanze hanno molta influenza sulla sua vegetazione e sulla composizione delle sue foglie.

Affine a queste specie è il gelso delle Filippine, in alcune contrade indrodotta per la coltivazione del baco, e detto dai botanici *Broussonetra papyrifera* Vent.; è originario del Giappone.

Molti s'occurarono dell'analisi delle foglie del gelso: ecco i risultati ottenuti da Nysten:

	Gelso selvatico	Gelso innestato a foglie tenore sviluppate	
Acqua	680. 00	784. 00	682. 00
Fecola verde	20. 00	14. 00	16. 00
Materie solubili nell'acqua o nell'alcool	46. 00	44. 00	50. 00
Gomma.	7. 00	19. 00	28. 00
Materia vegeto-animale, albumina . .	1. 50	3. 00	1. 50
Residuo insolubile	230. 00	124. 00	208. 00
Perdita	15. 50	12. 00	14. 50
	<hr/> 1000. 00	<hr/> 1000. 00	<hr/> 1000. 00

L'influenza del clima e dell'esposizione sopra i principii costitutivi della foglia del gelso si potrà desumerla dalle seguenti analisi fatte dal sig. De Gasparin:

	Foglie di gelso coltivato	
	all'ombra	al sole
Acqua	73. 00	55. 00
Parti solubili	4. 00	15. 00
Parte legnosa	23. 00	30. 00
	<hr/> 100. 00	<hr/> 100. 00

L'analisi elementare della foglia del gelso diede i seguenti risultati:

Acqua	68. 000
Carbonio	13. 720
Idrogeno	1. 760
Ossigeno	13. 080
Azoto	1. 580
Genere	1. 950
	<hr/> 100. 090

La qualità del terreno e il modo di coltivazione fanno pure variare d'assai la natura della foglia del gelso; ma questo è argomento estraneo al presente

lavoro, che fu già tema d'un'estesa monografia pubblicata non ha guari a Parigi dal signor N. C. Seringe (1).

I principii della foglia del *Morus* si prestano immensamente ad essere metamorfosati nella materia serica, che costituisce la principale secrezione del corpo del baco nello stadio in cui si pasce di essa. Ad onta di ciò, specialmente per ripiegare alla mancanza di foglia di gelso che non rare volte si patisce durante l'allevamento de' bachi, si cercarono dei surrogati ad essa, allo scopo di poter sostentare la vita del prezioso bruco in momenti di penuria del suo naturale nutrimento. Tra i vegetabili che vennero provati con maggiore o minor successo, sono da annoverarsi le foglie di *rose*, le foglie della *Scorzonera hispanica* Linn., quelle della *Maclura aurantiaca* Nutt., specie di biancospino americano: pare che quest'ultima abbia dato risultati migliori. Secondo Pallas, riescono bene anche le foglie dell'*Acer tataricum* Linn., di Tartaria; e secondo altri ancora gioverebbero allo scopo le foglie della lattuga, della camomilla e del *maiz*.

Ronlin fece delle esperienze colla *Bignonia chica*, e vide che i bachi la mangiavano e che i bozzoli avevano una leggier tinta rosea assai bella, e ne pronosticò grandi vantaggi; non mi è noto se siansene continuate le esperienze.

Conoscintasi la composizione della seta, si pensò di fornire al baco maggiori elementi che ne favorissero la produzione, principalmente quando vi fosse la necessità di nutrirlo con altre foglie che quelle del gelso; e si adottò da taluni, e con qualche successo, un liquido così composto:

Acqua	Parti 1000
Zucchero	” 30
Gomma	” 5
Sale ammoniaco (clor. ammonico)	” 2
Estratto di picciuoli di gelso	” 4

Con questa soluzione si bagnano le foglie della scorzonera, che il baco mangia, in un colle gocciolate di tale mistura essiccatevi sopra.

Per principio d'economia venne anche da taluno suggerito di spargere la foglia che si dà in cibo ai bruchi con una decozione fatta colle foglie stesse di gelso cadute in autunno, e conservate durante il verno sotto forma di polvere secca. Questa decozione densa e gelatinosa lascia, evaporata sulla foglia fresca, uno strato di materia che ne aumenta la proprietà nutriente. Un tal metodo però non venne finora provato nè abbastanza in grande, nè per un tempo sufficiente ad assicurarci della sua convenienza.

(1) *Description, culture et taille des muriers, leurs espèces et leurs variétés*. Paris, 1855, in 8.°, avec atlas.

Parlando ancora della composizione della foglia del gelso, fu taluno che propose di sottrarre direttamente la seta da essa, e di trascurare il baco, inonoscio che ben di raro può essere il laboratorio vitale dell'organismo sostituito dagli alambicchi e dalle storte del chimico.

Tanto da noi quanto in Francia venne amministrata ai bachi anche la farina in via d'esperimento, nè i bachi la rifiutarono; non per questo fu migliore il risultato che se ne ottenne; questa usanza era già praticata nel Giappone, come si trova confermato dalle opere chinesi (1) tradotte da Julien.

Taluno propose anche la foglia secca che si asserì essere mangiata volentieri dal baco da seta. Bellardi, Scola ed altri ne sostennero l'utilità; tuttavia l'uso non venne mai a generalizzarsi (2).

È falso che il baco schivi la foglia tagliata. Se il ferro non è arrugginito, il taglio non comunica alla foglia cattive proprietà, nè cattivo sapore. È d'altronde pratica assai utile pel grande guadagno e pel risparmio che se ne ottiene (3).

ARTICOLO II

Della respirazione.

A. *Nella larva.* — La respirazione nella larva del baco da seta si effettua per mezzo delle trachee, ossia di quel sistema di vasi o tubi che, sorti dalla superficie interna delle stigme, si diramano all'infinito internandosi tra gli organi e spandendosi alla loro superficie. È questa una delle più splendide scoperte fatte da Malpighi nel suo trattato sul baco da seta, e per cui è data ragione di quelle 18 bocceucce chiamate *stigme* collocate lungo i fianchi del bruco.

La chiusura delle stigme rende asfittico il baco. — L'aria entra per le stigme; questo fatto è dimostrato dall'esperienza, imperocchè otturando le stigme, l'asfissia colpisce il baco e muore. La chiusura delle stigme deve operarsi mediante opportune sostanze, affinchè l'aria sia interamente intercettata, e non ne rimanga neppure aderente alle stigme stesse se si vogliono ottenere pronti effetti. Perciò si adoperano sostanze oleose e grasse, le quali bagnano meglio tutte le piccole concavità al cui fondo s'apre l'adito alle trachee. Le stigme essendo cinte ed irte di piccoli peli, non si lasciano bagnare dall'acqua: da ciò i pochi effetti d'asfissia che s'ottengono immergendo il baco nell'acqua.

(1) Pallas, *Reisen*, etc. 1768-73, 3 vol.

(2) Alcune coltivazioni autunnali si fanno colla foglia che cade dal gelso. Anche nel dicembre si ottennero larve cibate con tal foglia.

(3) Per un soverchio amore di guadagno si proposero le cose le più strane. Pastourel, per esempio, vorrebbe dare da mangiare ai cavalli il letto dei bachi da seta, anzichè fieno ed avena!

L'aria inspirata non esce per le stigme. — Per le stigme l'aria non fa che entrare, ma non ne esce. La struttura delle stigme fa presagire un tal fatto, le esperienze lo comprovano:

a) *Ragione anatomica.* — I due sportelli che, per così dire, formano il fondo della stigma, e la fessura che la attraversa nel mezzo, essendo concavi all'esterno, l'aria nell'uscire, invece di aprirli li chiude meglio, barrantosi così da sé stessa la via.

b) *Ragione sperimentale.* — Se si pone un baco nell'acqua, sia all'ordinaria pressione, sia nel vuoto della macchina pneumatica, è rarissimo il caso in cui si veda uscir aria dalle stigme.

Come si operi l'espiazione. — Talvolta esce qualche bolla d'aria per la bocca e per l'ano, ma la massima copia esce dalla superficie del corpo. Questa, nell'esperienza della macchina pneumatica, si copre tutta di bollicine d'aria, le quali chiaramente dimostrano che il secondo momento della respirazione, ossia l'espiazione (il rinvio cioè dell'aria che servi alla respirazione coi prodotti di questa), non si opera per le stigme, come asseriva Malpighi, ma per la superficie cutanea, la quale già si disse mostrarsi al microscopio pertugiata da minutissime aperture, ed alla cui superficie interna vanno in gran copia a terminare le ultime diramazioni delle trachee.

L'aria agisce e sul sangue e direttamente sul tessuto degli organi con cui viene a contatto, come avrò maggior campo di dimostrare allorquando si tratterà del sistema nervoso e dell'influenza dell'aria sopra di esso.

L'aria che penetra per una stigma non ha comunicazione apparente con quella che entra per qualsiasi altra stigma, ma sibbene con quella che penetra per la stigma opposta del medesimo anello. Tale comunicazione avviene in vicinanza dei nodi mediani sui plessi o ganglii nervosi, sui quali le trachee si suddividono e si diffondono in un modo particolare, come si è veduto.

Sebbene il sistema nervoso richiami proporzionatamente una massa enorme d'aria, pure tutti gli organi ne vanno provvisti, e i muscoli e le mascelle e le appendici della testa presentansi in intime relazioni con parte dell'apparato respiratorio.

Le trachee sono piene d'aria e non esistono altri organi respiratorii oltre di esse. — È dall'estremità affilata con cui termina la trachea che l'aria mettesi in contatto col tessuto degli organi e colla superficie interna della pelle. A me non fu possibile trovare l'estremità a bolla con cui dal signor Agassiz vorrebbero terminare le sue trachee respiratorie (1).

(1) Agassiz, *Proceedings of the American Association for the advancement of Science*. Second meeting held at Cambridge, 1851, p. 140.

Che le trachee poi siano piene d'aria, lo provano: 1.º Il loro galleggiare nell'acqua; 2.º Il loro colore ad occhio nudo ed al microscopio, colore che si cambia quando, compresse, ne viene scacciata l'aria e sostituita l'acqua; 3.º Sotto il microscopio, mediante metodica compressione, si vede da tutte le trachee tagliate uscire bollicole d'aria.

Più sopra dissi che l'aria stanziante nelle trachee proveniente da una stigma non ha comunicazione che colle trachee del lato opposto, e ciò solo per mezzo di finissime relazioni che si costituiscono sui gangli nervosi. Sebbene scorra un grosso tronco tracheale da una stigma all'altra del medesimo lato, e da una stigma all'altra dello stesso anello, pure l'aria non comunica per questa via. Quei nodi o spazii privi di filo spirale, punteggiati, e di cui mi trattenni a lungo parlando della muta, quel tratto, dico, non è pervio all'aria. Le punteggiature anellari altro non sono che la base di piccole spine o peli, i quali dalla superficie interna del tubo si portano verso l'asse di esse ed impediscono il passaggio dell'aria; se con una siringa si tenta questo passaggio, l'aria vi si rifiuta. Sotto questo rapporto sarebbe appropriatissimo il nome di *sfnutere* dato da Lyonet a sì fatta parte.

Copia d'aria abbisognevole per la respirazione del baco. — Già Scheele e Spallanzani trattarono della respirazione del baco, come pure della quantità d'aria di cui abbisogna l'insetto: dai loro studii risulta che il baco da seta respira quanto una rana.

La copia d'aria che proporzionatamente occupa il corpo del baco, fa sospettare *a priori* la copia d'aria che sarà a lui necessaria affinché la sua respirazione sia regolare. Tutti gli insetti sotto questo rapporto si assomigliano; la pratica poi nella coltura del baco dimostrò quanta influenza abbiano al suo benessere la quantità e la natura dell'aria. L'aria deve essere *molta, rinnovata ed asciutta*. Essendo grande la sua traspirazione, si trova una ragione perchè l'aria debba essere asciutta; su ciò sono d'accordo tutti quanti i coltivatori dei bachi, pochi eccettuati, i quali sostengono l'*umidità* essere utile al prezioso insetto. Giova ritenere che anche per costoro vi avrà un limite pel grado dell'umidità atmosferica. Varie malattie, il *giullume* tra le altre, hanno sovente origine dalla troppo umidità dell'aria.

Quanto alla copia d'aria di che abbisogna il baco allo stato di larva, ed al prodotto della sua respirazione, si hanno ora dati positivi, i quali ci sono forniti da esperienze della massima delicatezza, che richiedono istrumenti ed apparati d'una finezza particolare perchè i risultati abbiano ad essere attendibili. Io riporterò qui i risultamenti ottenuti dai signori Regnault e Reiset, l'autorità dei quali e l'impossibilità di ripetere tali esperienze mi permettono di adottare

senza ulteriore esame i risultamenti stessi, quali vengono qui offerti ai nostri lettori (1).

Esperienza prima (83.^a).

Diciotto bachi prossimi a tessere il bozzolo vennero impiegati in questa esperienza, che durò 5^h 40^m. I bachi pesavano 42^{gr}, 5.

Composizione del gas alla fine dell'esperienza:

Acido carbonico	5,89
Ossigeno	16,10
Azoto	78,01
	100,00

Peso dell'ossigeno consumato	Gr.	0,202
» dell'acido carbonico prodotto	»	0,220
» dell'ossigeno contenuto nell'acido carbonico	»	0,160
» dell'azoto assorbito	»	0,00201
Rapporto tra il peso dell'ossigeno contenuto nell'acido carbonico ed il peso dell'ossigeno consumato	»	0,792
» tra il peso dell'azoto assorbito e quello dell'ossigeno consumato	»	0,010
Peso dell'ossigeno consumato per ciascun'ora	»	0,0357
» dell'ossigeno consumato per ciascun'ora da un chilogrammo dell'animale (circa 428 bachi)	»	0,840

Esperienza seconda (84.^a).

Diciotto bachi prossimi a filare il bozzolo, pesanti 39 grammi. Durata dell'esperienza 7^h 50^m.

(1) V. Regnault et J. Reiset, *Recherches chimiques sur la respiration des animaux des diverses classes*. Ann. de Ch. et Phys., 1849, vol. 26, pag. 299. Sono queste forse le più belle esperienze che in questo secolo siano state istituite sul rapporto chimico d'una funzione animale. Si adoperarono apparati costosissimi. L'esperienza consisteva nel porre l'animale in un volume d'aria limitato, ma collocato in tali condizioni, mediante appositi apparecchi, che quest'aria fosse costantemente ricondotta alla composizione dell'aria normale. Così, mentre da un lato la respirazione consumava ossigeno, e si svolgeva acido carbonico, veniva dall'altro assorbito azoto e rimessa dell'aria pura. Con ciò i pazienti e sagaci osservatori toglievano la parte difettosa di tutte le esperienze analoghe eseguite anteriormente, nelle quali l'aria non venendo mutata, l'inspirazione dopo i primi momenti non si effettuava più nelle condizioni normali.

Le esperienze eseguite dai succitati autori sommano a centoquattro; per quelle fatte sugli insetti fu adoperato il piccolo apparecchio figurato nella Tav. IV, fig. 2.

Composizione del gas alla fine dell'esperienza:

Acido carbonico	4,10
Ossigeno	16,51
Azoto	79,39
	<hr/>
	100,00

Peso dell'ossigeno consumato Gr.	0,201
„ dell'acido carbonico prodotto „	0,225
„ dell'ossigeno contenuto nell'acido carbonico „	0,163
„ dell'azoto esalato „	0,00028
Rapporto tra il peso dell'ossigeno contenuto nell'acido carbonico e il peso dell'ossigeno consumato „	0,814
„ tra il peso dell'azoto esalato e quello dell'ossigeno consumato „	0,0014
Peso dell'ossigeno consumato per ciascun'ora „	0,0268
„ dell'ossigeno consumato in un'ora da un chilogrammo dell'animale (ossia bachi 461,5) „	0,687

Esperienza terza (85.^a).

Quarantadue bachi della terza età pesanti 40 grammi. Durata dell'esperienza 4^h 20^m.

Composizione del gas alla fine dell'esperienza:

Acido carbonico	7,95
Ossigeno	14,42
Azoto	77,63
	<hr/>
	100,00

Peso dell'ossigeno consumato Gr.	0,203
„ dell'acido carbonico prodotto „	0,207
„ dell'ossigeno contenuto nell'acido carbonico „	0,150
„ dell'azoto assorbito „	0,0027
Rapporto tra il peso dell'ossigeno contenuto nell'acido carbonico ed il peso dell'ossigeno consumato „	0,739
„ tra il peso dell'azoto assorbito e quello dell'ossigeno consumato „	0,0133
Peso dell'ossigeno consumato per ora „	0,0468
„ dell'ossigeno consumato per ciascun'ora da un chilogrammo dell'animale „	1,170

Esperienza quarta (86.^a).

Quarantun bachi del peso di 40 grammi. Durata dell'esperienza 5^h 20^m. Alla fine dell'esperienza 20 bachi si trovarono morti: questa fu fatta il giorno 17 luglio 1847. Una eguale mortalità osservossi lo stesso giorno fra i bachi che non furono sottoposti all'esperienza.

Composizione del gas alla fine dell'esperienza:

Acido carbonico	6,31
Ossigeno	15,62
Azoto	78,07

 100,00

Peso dell'ossigeno consumato	Gr.	0,197
" dell'acido carbonico prodotto	"	0,209
" dell'ossigeno contenuto nell'acido carbonico	"	0,152
" dell'azoto assorbito	"	0,00238

Rapporto tra il peso dell'ossigeno contenuto nell'acido carbonico ed il peso dell'ossigeno consumato	"	0,772
" tra il peso dell'azoto assorbito e quello dell'ossigeno consumato	"	0,0121

Le cifre 0,792 (1.^a esperienza)814 2.^a "739 3.^a "772 4.^a "

sono assai importanti, massime che, paragonate colla cifra che si ottenne per le crisalidi (vedi più avanti), dimostrano quanto sia più attiva la respirazione nello stato di larva che in quel secondo stadio.

Il peso d'ossigeno consumato in un'ora per un chilogrammo di bachi risultò:

per la 1. ^a esperienza (bachi maturi)	Gr.	0,840
2. ^a " "	"	0,687
3. ^a " (bachi della 3. ^a età)	"	1,170

Questo consumo varia dunque assai nelle diverse epoche della vita del baco, e lo si trova in proporzione colla quantità di cibo preso dall'animale e col grado della sua nutrizione. Ad ogni modo esso è presso a poco così grande quanto quello dei mammiferi e dei grossi uccelli (1). La respirazione del nostro insetto è più attiva che non quella dei rettili e degli altri animali a sangue freddo.

(1) Per dare un'idea al lettore della copia d'aria consumata dal baco in paragone con quella d'altra specie d'animali, riporterò le medie dei risultamenti ottenuti dai signori Regnault e Reiset

Utile corollario per la pratica. — Dalla quantità d'aria di che abbisognano i bachi, sempre in proporzione col grande consumo che essi fanno di cibo, ne viene la conseguenza che quando questo è abbondante, è anche necessario un frequente rinnovamento dell'aria.

È però importante di avvertire che i bachi possono sospendere la respirazione fino ad oltre un'ora, ciò che si prova immergendone alcuni nell'acqua per un tal tempo. L'asfissia è lenta forse per la copia d'aria stanziante nell'albero tracheale ed a' suoi orifizii.

Sviluppo di calore. — Se con tanto consumo d'aria non s'innalza la temperatura, ciò dipende ordinariamente dalla circostanza che offrendo essi una massa limitata, presentano una grande superficie ed una pelle sempre umida all'azione dell'aria. Avendo però tenuto un termometro in mezzo ad una massa di bachi, come fecero i signori Regnault e Reiset colle Melolonte, una volta vi trovai il termometro elevato quasi d'un grado sulla temperatura offerta dall'atmosfera ambiente (1).

nelle loro esperienze sulla respirazione degli animali appartenenti a diverse classi del regno zoologico. È d'uopo premettere che ogni qualvolta l'esperienza venne fatta sopra un individuo da più giorni privato di cibo, oppure durante il letargo invernale, il consumo d'ossigeno si rinvenne minore d'assai.

Mammiferi	{	Cane (<i>Canis familiaris</i>) Gr.	1,248	} Consumo d'ossigeno per ciascun'ora e per ogni chilogrammo del suo peso.
		Coniglio (<i>Lepus cuniculus</i>) "	0,985	
		Marmotta (<i>Arctomys marmota</i>) "	0,986	
		Gallina (<i>Gallus domesticus</i> ♀) "	1,239	
		Anitra (<i>Anas boschas. domestica</i>) "	1,616	
Uccelli	{	Verdone (<i>Fringilla chloris</i>) "	13,000	
		" (giovane) "	14,057	
		Becco in croce (<i>Loxia curvirostra</i>) "	10,595	
Rettili		Lucertola (<i>Lucerta muralis</i>) "	0,108	
Batrachia	{	Rana (<i>Rana esculenta</i>) "	0,076	
		Salamandra (<i>Salamandra maculosa</i>) "	0,085	
Anellati	{	Carruga volgare (<i>Melolontha vulgaris</i>) "	1,019	
		Lombrico di terra (<i>Lombricus terrestris</i>) "	0,401	

Dalle esposte cifre si comprende come gli uccelli consumino la maggior copia d'ossigeno, e ciò anche in ragione inversa della loro massa; poi vengono i mammiferi e gli insetti, indi i sauri; finalmente le rane e i vermi.

(1) Sarebbe stato di un sommo interesse che gli illustri autori della citata Memoria avessero istituito altre esperienze sul baco durante il suo assopimento. In quest'epoca in cui esso muta tutta la superficie dell'apparato respiratorio, la respirazione deve essere assai alterata, e sospesa fors'anco. Ecco la causa delle crisi dell'assopimento; ecco perchè è importantissimo alla vita dell'animale che la muta si operi rapida e perfetta; ecco perchè durante l'assopimento e l'uscita da tale stato si osserva numerosa la mortalità dei bachi.

B. *Nella crisalide.* — La respirazione nella crisalide si opera in un modo analogo a quello che si osserva nella larva, ma però solamente nei primi momenti di questo stadio, mentre dopo qualche ora le sue parti induriscono; e sebbene la respirazione sussista in realtà ancora, pure è debolissima, e difficilmente la si può constatare.

Le stigme posteriori della crisalide servono soltanto qualche ora dopo la sua apparizione. — Se la crisalide ha già passato qualche giorno di vita, le stigme della parte posteriore del corpo le servono a nulla; si ponno turare con olio, si può appendere la crisalide stessa per tutto quel suo tratto di corpo nell'olio, senza che essa ne soffra sensibilmente; toccata, ella s'agita, e pare godere di tutto il suo vigore: se quelle stigme agissero, l'insetto dopo simile prova, come lo dimostra l'analogia esperienza sulla larva, sarebbe perito. Che se questa stessa esperienza la si istituisce sopra una crisalide che abbia solo da qualche ora abbandonata la spoglia di larva, la crisalide muore. Pare quindi che le stigme posteriori servano alla respirazione della crisalide solamente durante un piccolo spazio di tempo.

Le stigme anteriori invece si comportano diversamente; esse rimangono attive anche quando le posteriori già cessarono di esserlo; ed immersa nell'olio colla sua parte anteriore del corpo, la crisalide in breve sempre perisce. In passando aggimgerò che questo è il caso dell'insetto perfetto, al quale se si turano le stigme dell'addome, non gli si accagiona male di sorta; muore invece se si ungono le sue stigme del corsaletto.

Trattata la crisalide come già si operò colla larva onde scoprire la via che tiene l'aria nella respirazione, mi si appalesò una differenza inaspettata e assai grande in confronto di quella del bruco, stante la somiglianza delle parti. La differenza però di risultato che si ottiene allorquando si ungono le stigme, guida già a sospettare diverse vie per l'aria.

Colloata una crisalide nell'acqua, ed operata la rarefazione pneumatica, non mostra le bolle uscenti dalla pelle come nella larva. L'inviluppo indurito impedisce questo passaggio; ma ciò che sorprende maggiormente è il vedere le bollicole uscire per le stigme, il che non accade mai in eguali esperienze sul baco, come non si verifica neppure per tutte le stigme della crisalide, ma solamente per quelle che più avvicinano le ali, e che si portano presso la linea dorsale, ed anche solo nei primi momenti dell'esperienza; nei consecutivi, anche le altre stigme abbandonano aria: veggonsi, cioè, aprirsi un poco le stigme stesse ed abbandonare la bollicina che prima di staccarsi brilla fra le labbra della stigma semi-aperta.

Il progresso della chiusura delle stigme è sempre lo stesso: cominciano a

chiudersi le posteriori, che nel primo giorno sono le sole chiuse; poi tengono dietro le altre, rimanendo sempre aperte le anteriori che serviranno all'insetto perfetto anche quando si sarà completamente sviluppato.

Da tutto ciò è lecito dedurre che l'aria entra ed esce per le stigme nella crisalide e nell'insetto perfetto. Replicati colpi di stantuffo della macchina pneumatica fanno perciò gonfiare la crisalide che si sottopone all'esperienza. L'aria non potendo uscire per la pelle, e neppure dalle poche aperture, fa gonfiare e dilatare il corpo dell'animale. Ma questa dilatazione (che non succede nel corpo della larva) non può operarsi dalla pelle coriacea della crisalide, ma si bene collo scartocciarsi de' suoi anelli che si spiegano, mentre il corpo s'allunga: frattanto molte bolle escono dalle stigme.

La struttura differente delle stigme della crisalide, altrove descritte, dà poi ragione della possibilità dei fenomeni ora avvertiti.

Il consumo dell'aria allo stato di crisalide è minimo, come è dimostrato dall'esperienza seguente fatta dai ricordati signori Regnault e Reiset.

Esperienza unica (87.^a).

Venticinque crisalidi di bachi da seta pesanti 21 grammi. Durata dell'esperienza 6^h,30^m.

Composizione del gas alla fine dell'esperienza.

Acido carbonico	13,58
Ossigeno	4,16
Azoto	85,26
	<hr/>
	100,00

Depressione alla fine dell'esperienza 48^{mm},0.

Peso dell'ossigeno consumato	Gr.	0,033
» dell'acido carbonico prodotto	»	0,029
» dell'ossigeno contenuto nell'acido carbonico	»	0,021
» dell'azoto svolto	»	0,00025

Rapporto tra il peso dell'ossigeno contenuto nell'acido carbonico ed il peso dell'ossigeno consumato

» tra il peso dell'azoto esalato e quello dell'ossigeno consumato

Peso dell'ossigeno consumato in un'ora

» dell'ossigeno consumato in un'ora da un chilogrammo di crisalidi

Quest'ultima cifra è sorprendente; essa mostra che la respirazione della crisalide è quasi $\frac{1}{10}$ di quella del baco da seta; e sta in relazione col nessun nutrimento preso dalla crisalide. Mentre la respirazione del baco da seta è assai più attiva di quella dei rettili, delle rane, delle lucertole, quella della sua crisalide s'avvicina invece d'assai alla respirazione dei vertebrati a sangue freddo ed a quella delle marmotte assopite e dei vermi; degli animali insomma che prendono poco o nessuno alimento. Eppure la crisalide respira; ed alla diminuita funzione supplisce la perspirazione cutanea, la quale ci viene appalesata dalla perdita di peso che ogni dì va essa subendo.

Corollario pratico: uccisione della crisalide. — L'esistente respirazione della crisalide spiega i varii mezzi suggeriti per ucciderla. Ognun sa che la farfalla uscendo dal bozzolo lo rende inetto alla filatura; e quindi non potendosi filar tutti i bozzoli avanti l'epoca del loro sfarfallare, si trovò necessario di uccidere le crisalidi, ricorrendo a varii mezzi che io qui mi limiterò ad enumerare, e che si riducono all'applicazione di vapori venefici od a quella del calore.

Tra i primi si suggerirono il cloro, l'acido carbonico, l'acido solforoso; ma questi gas o sono lenti nell'azione loro, oppure, che è peggio, intaccano e rovinano la seta.

Il calore si applica in due modi: o col vapore, od a secco, mettendo in forni od apposite stufe i bozzoli. Il primo di questi mezzi, più sicuro nell'effetto perchè il vapore acqueo raggiunge costantemente i 100 gradi, ha il difetto di ammollire il bozzolo e la crisalide, che può putrefarsi nell'interno; il forno ha l'inconveniente di un calore men regolato e talora soverchio. Un calore che non oltrepassi i 75 gradi può raggiungere lo scopo.

Nei paesi caldi, e specialmente in China, bastano i raggi solari; e quando il calore solare fosse sufficiente, sarebbe sempre da preferirsi agli altri mezzi; nei nostri paesi però la sua azione non è sicura. In China usasi un altro singolar metodo che io qui indicherò per coloro che amassero sperimentarlo. Consiste esso nel collocare entro anfore di terra i bozzoli a strati alterni con sale, e con foglie distese di Nenuphar (*Nymphaea lutea* Linn., *Nuphar japonica* Dec.); dopo di che chiudesi l'apertura dell'anfora, così che l'aria non vi penetri. Si assicura riuscir assai bene questo metodo, il quale dopo sette od otto giorni dà estinte le crisalidi, e che è fondato sulla possibilità di asfissiare le crisalidi stesse, e sull'assorbimento dell'umidità che emana dai loro corpi così rinchiusi per mezzo del sale (1).

(1) Nel 1852 io ripetei col professore De Kramer quest'esperienza che sortì un ottimo successo. Le foglie di Nenuphar ci parvero però agir solo come sepiamenti atti a separare i varii strati di

C. *Nell'insetto perfetto.* — Pochissime osservazioni mi fu dato di poter raccogliere intorno alla respirazione nell'insetto perfetto, nè parmi conveniente emettere opinioni su questo argomento. In esso non vedonsi moti respiratorii di sorta, nè si può fare sul bombice alcuna di quelle esperienze che si istituirono sui coleotteri e sui neurotteri onde studiare questa funzione.

In nessuno stadio della vita del bombice si può con vantaggio mutilare alcuna delle sue parti allo scopo di vedere l'azione dei singoli ganglii sulla respirazione, come anche recentemente fece Barlow, le cui esperienze noi riporteremo nell'articolo sulle *Funzioni di relazione*. Le esperienze da lui fatte sulle libellule dimostrano che ogni ganglio ha una vita a sè, e che da solo presiede alla funzione respiratoria dello stesso anello; quelle da me fatte sul baco onde constatare l'azione de' ganglii giunsero, per diversa via, a stabilire gli stessi fatti.

ARTICOLO III.

Della circolazione.

La circolazione negli insetti costituisce uno degli argomenti intorno ai quali più si esercitarono l'osservazione e le manipolazioni dei naturalisti. In questi ultimi tempi poi un'opinione del signor Blanchard, che minacciava rovesciare quanto era universalmente consentito sul modo con cui si effettua tale funzione, ricondusse di nuovo l'attenzione degli studiosi su tale argomento, e gli studii intorno alla circolazione degli insetti si moltiplicarono oltremodo. Nei varii periodici si pouno consultare a tal uopo, dopo quanto erasi già esposto da Roesel, Lyonet e Cuvier, i lavori di Bohn, di Wagner, di Newport, di Humboldt, e più recentemente intorno alla quistione che ci occupa, quanto scrissero Blanchard, Dufour, M. de Serres, Nicolet, Joly, Alessandrini, C. Bassi, Dujardin, De Filippi, Meyer ed altri.

A. *Nella larva.* — Il baco da seta sotto il rapporto della circolazione si uniforma agli altri insetti, osservandosi in esso come negli altri un vaso dorsale detto *vaso pulsante*, indicato per la prima volta da Malpighi, vaso che fa l'ufficio del cuore. Le sue pareti sono esilissime, come già indicai nella parte

bozzoli, ed a raccogliere l'acqua proveniente da ognuno d'essi per lasciarla assorbire dal sale. Chiusi tuttavia anche da soli dei bozzoli in un vaso, e difesi da ogni accesso d'aria, le crisalidi muojono asfissiate sia per la mancanza d'ossigeno, sia per l'atmosfera d'acido carbonico da cui vengono circondate, e che è prodotto dall'atto stesso della loro respirazione.

anatomica, e di sostanza muscolare, per cui sono contrattili; nessuna valvola si osserva nel suo interno che valga a modificare il corso del sangue.

Per gran tempo si ritenne essere il sangue mosso esclusivamente da quest'organo centrale, il quale è chiuso nella parte posteriore, ed aperto anteriormente. Nella parte anteriore il canale termina affilato, e di là il sangue esce dal cuore, si spande frammezzo agli organi tutti per le lacune che stanno tra quelli, e bagna così anche le trachee; in tal modo può venire ossigenato dall'aria che queste contengono. Qui si ha dunque il sangue che è creato dall'aria, la quale per l'arborescenza tracheale penetra ovunque nel corpo dell'animale. È questa perciò una circolazione opposta a quella degli animali superiori provvisti di polmone o di branchie, ne' quali il sangue va in cerca dell'aria.

Circolazione intermembranulare.— Il signor Blanchard sostenne all'incontro che il sangue penetra frammezzo alle pareti delle trachee, tra l'esterna membrana e la spira, che anche il sangue degli insetti va a cercare l'aria come negli animali superiori, e che le trachee quindi sono veri polmoni, colla sola differenza che sono ramificati.

Il valente anatomico francese si appoggia sui seguenti due principali argomenti: 1.º d'aver osservato dei globuli di sangue tra le pareti delle trachee; 2.º che spingendo un liquido colorato sia nelle lacune d'un insetto, sia nel suo cuore, si inietta tutto quanto il *sistema intermembranulare* delle trachee.

L'enunciazione di un fatto così importante destò in ogni naturalista il desiderio di accertarsene con osservazioni proprie, i cui risultamenti suscitarono un gran numero di oppositori alla nuova teoria. Agassiz e pochi altri sostengono la spiegazione data da Blanchard; il maggior numero patteggiava ancora per la circolazione quale Cuvier l'aveva già stabilita.

Egli era ben naturale che io pure cercassi di ripetere le esperienze di Blanchard per poter formulare un giudizio sopra questo argomento; dopo molte e replicate osservazioni io sto però ancora incerto sul partito da prendere.

Praticate molte iniezioni in larve o già morte, o tuttora viventi, in pochissimi casi mi fu dato di vedere la materia (bleu di Prussia macinato all'olio, ed allungato con essenza di terebintina) frammezzo alle tonache delle trachee. Lo stesso accadde al cav. C. Bassi, il quale nelle ripetute sue esperienze poche volte poté essere testimonia dell'iniezione delle trachee. Perché il fenomeno avviene tanto di raro? (1)

(1) Pare che nel baco da seta il fenomeno si manifesti meno chiaramente che negli altri insetti. Il signor Blanchard volendomi in Parigi dar prova della sua teoria, iniettò in mia presenza le trachee d'un *dytiscus*, le quali riuscirono colorate.

Dagli osservatori italiani si tentò un mezzo assai meno violento dell'iniezione, allo scopo di vedere se il liquido sanguigno penetra nelle trachee; si alimentarono cioè i bachi da seta con sostanze colorate (tra le quali riuscì solamente l'indaco), e si cercò di trovare questa sostanza nel sangue, e quindi nelle trachee se il sangue vi penetra.

L'illustre Alessandrini fu tra i primi che tentasse a questo scopo l'alimentazione dei bachi con materie colorate, e nel grandioso Museo zoologico da esso creato nella pontificia Università di Bologna (il più bel monumento da lui innalzato alla sua gloria imperitura) stanno esposte delle preparazioni che mostrano il riuscito intento (1). Anche il bozzolo avrebbe sentita l'influenza di una tale pastura.

Il cav. Bassi riuscì del pari in questa esperienza, anzi non solo vide colorate le trachee della larva, ma ancor quelle della crisalide e della farfalla. Tentata da me si fatta esperienza, mi riuscì di veder due volte tinte in bleu (2) le trachee della larva; mai quelle della crisalide e della farfalla.

Ad onta di questi risultati che sembrano venuti ad appoggiare la novella teoria, io sono ancora esitante nell'ammetterla in riguardo al baco da seta per seguenti argomenti.

(1) Nel *Catologo degli oggetti e preparati più interessanti del gabinetto d'anatomia comparata di Bologna* inserito nei *Nuovi Annali delle Scienze Naturali di Bologna*, Serie III, Tomo IV, 1851, nella Sezione V, in cui si enumerano le preparazioni spettanti agli apparecchj respiratorio e vocale, a pag. 137 si legge: « N. 3941-3951. Baco da seta. — *Bombix mori* Linn. Serie di preparati di trachee, conservati a secco sopra adattate lastre di vetro di tal forma da poterle facilmente sottoporre al microscopio, e nei quali si dimostra il coloramento di esse trachee avvenuto pascolando le larve con foglia di gelso coperta di sostanze colorate ridotte in finissima polvere, come sarebbe endago, lacca rossa di Francia, nero d'avorio. 1845.

» N. 4131-4142. Id. Altra serie di preparati somiglianti ai precedenti, e raccolti negli esperimenti ripetuti nel giugno 1847.

» N. 4143. Id. Vasellino a turacciolo smerigliato contenente due bozzoli lavorati da larve pasciute colla foglia sparsa di fina polvere di lacca rossa di Francia. Abbenchè prevalga in essi il color giallognolo ordinario delle razze comuni, in uno però risalta abbastanza sul fondo giallo il color roseo comunicatogli dalla lacca. A questo proposito però fa duopo avvertire che la tinta pare sia comunicata al filo nell'atto che esce dalle aperture delle filiere e si consolida, essendo la testa ed il corpo dell'animale tutto inquinato dal più fino pulviscolo della nominata sostanza. Ed in vero ripetute indagini m'hanno sempre fatto vedere che la sostanza che deve convertirsi in seta, finchè resta entro le filiere, od organi preparatori e conduttori, mantiene l'ordinaria sua trasparenza e colore, molto pallido negli individui che daranno il bozzolo bianco, di color giallo negli altri. »

(2) Quando dico d'aver veduto tinte in bleu le trachee, intendo già di essermi premunito contro l'inganno ottico prodotto dal colore ceruleo che naturalmente hanno le trachee delle larve.

Argomenti che fanno dubitare della circolazione nella tracheale degli insetti.

— 1.° Io non vidi mai globuli sanguigni tra le pareti delle trachee. I pretesi globuli non erano che cellule di prima formazione, che si trovano in maggiore o minor copia secondo la distanza dell'epoca della muta.

2.° I tentativi fatti per averne la prova non sono sempre coronati da buon esito, il che potrebbe dipendere da vie anormali seguite dalla materia d'iniezione nei casi di riuscita.

3.° Talvolta lo spazio intermembranulare è penetrato, ma solo parzialmente.

4.° Non saprei dare una soddisfacente spiegazione del modo con cui terminano le trachee nell'ipotesi del signor Blanchard. Bisognerebbe che, mentre la membrana interna continuasse, cessasse l'esterna onde lasciar aperto lo spazio intermembranulare all'ingresso od all'uscita del sangue, e chiuso il canale vero della trachea, affinché il liquido non penetri nel lume stesso del vaso aereo.

5.° Molte cause d'errore ed apparenze ponno trarre in inganno sulla colorazione delle trachee.

6.° Da ultimo, è ella cosa razionale che un fenomeno di tanta importanza, qual è la circolazione, abbia ad aver luogo tra membrane che continuamente si cambiano? Nella muta vedemmo che tutto il sistema spirale delle trachee esce e si rigenera; e quando ancora la nuova membrana non si è costituita, e la vecchia si stacca, può aver luogo una tale circolazione? Queste domande, forse più che obiezioni, potrebbero proporsi come altrettanti quesiti da risolversi con nuove osservazioni; ma infrattanto ci permettono ancora di dubitare sull'argomento della circolazione intermembranulare.

Del vaso pulsante. — Il cuore del baco da seta, ossia il suo vaso pulsante, pei rigonfiamenti che offre si può risolvere come in altrettanti cuori che successivamente contraendosi spingono il liquido contenuto nel senso della contrazione, e che pareggiano in numero i segmenti dotati di stigme.

Nel baco il sangue si move dalla parte posteriore all'anteriore. Dapprima si contrae il cuore posteriore che è più ampio, e che sta sotto il cornetto cutaneo altrove descritto. In seguito a questa contrazione il sangue passa nell'allargamento successivo, che alla sua volta si contrae, e così il liquido è sempre più spinto anteriormente finchè poi si deversa dal tubo. Il numero delle contrazioni del canale pulsante varia assai; e se appena esse sono grandi e rapide, riesce difficile a distinguersi il loro numero, confondendosi i movimenti.

Numero delle pulsazioni. — Se le contrazioni si operano lentamente, le pulsazioni si ponno distinguere, e in questo caso io le trovai quasi sempre di 44, 45, 47 per ogni minuto primo. Queste contrazioni però, che si è già detto essere più palesi nel penultimo anello, sono irregolari nel loro ritmo, e talvolta sono

sospese per qualche istante. Il numero delle battute è in relazione collo stato di salute del baco; nel giallume diminuiscono; per lo contrario, nello stadio di incubazione della botrite aumentano fino a 53, 54 in un minuto primo. Il qual aumento è strano, tanto più perchè osservate in bachi innestati colla botrite appositamente, e dopo la perdita di una certa quantità di sangue. È ciò forse causato dall'eccitazione prodotta dalla ferita? forse dallo stimolo morboso introdotto?

Verso la maturanza le pulsazioni pajono discendere alle 40, o 41 al minuto. Se appena il baco si muove, tutto il ritmo si perde. Se appositamente si farà perdere molto sangue ad un baco, si veggono flacide le pareti del vaso pulsante.

I movimenti del corpo sono certamente da enumerarsi fra le cause più attive nel determinare la circolazione del sangue: sotto le contrazioni muscolari che accadono ora tra i primi, ora tra gli ultimi anelli, ora tra quelli di mezzo, il sangue è spinto qua e là, e bagna nel modo necessario tutti gli organi.

Altrove ho già indicato la composizione anatomica del sangue: ora aggiungerò che quello contenuto nel vaso dorsale mi parve meno ricco di globuli, ma pure ne contiene. Parecchi osservatori sostennero esserne affatto privo, e in ciò consistere le differenze tra il sangue delle lacune interviscerali e quello contenuto nel vaso dorsale. Questa differenza di risultato può dipendere dalla difficoltà d'isolare l'un sangue dall'altro. Secondo le belle osservazioni del professore De Filippi sulla circolazione del sangue nelle larve trasparenti degli inecumoni, il sangue contenuto nel canale pulsante sarebbe privo affatto di globuli, e ne sarebbe ricco invece, e di voluminosi, quello delle lacune del corpo.

Il sangue del baco da seta sano è leggermente acido. — Sopra questo stato del sangue del baco si discusse molto a lungo. Il signor Grassi, sostenendo il baco sano alcalino, fondò sul passaggio di esso allo stato d'acidità la sua teoria sul calcino; egli però non indicò il modo con cui si fece o si deve fare l'esperienza.

Lo sperimento tentato colla carta di tornasole o di curcuma io lo trovai imperfettissimo, ond'è che immaginai l'esperienza che sto per descrivere, servendomi del piccolo apparato di cui porgo il disegno nella figura 15 della Tavola I.

Disposi un tubo di vetro nel modo che è rappresentato dalla figura; nell'estremità grossa feci pervenire una soluzione d'acqua di barite. Nella curva prossima all'estremità affilata feci arrivare alcune volte del bicarbonato di soda; altre volte, e fu meglio, del carbonato d'ammoniaca. Così disposto il tubo, mediante l'apertura affilata procurai che discendesse sul sale predisposto del sangue del baco ferito leggermente con una puntura cutanea, dopo di che saldaì subito al cannello la capillare apertura.

Che doveva accadere operando in tal modo? Qualora il sangue fosse stato menomamente acido, l'acido organico doveva unirsi colla base del sale e lasciare in libertà l'acido carbonico; il quale svoltosi sotto una leggera pressione, e trovatosi a contatto coll'acqua di barite, doveva subito formarvi carbonato baritico, insolubile, pesante. E ciò infatti accadde. Più volte io vidi coprirsi il liquido dell'estremità grossa d'una crosta bianca pellucida, che, scosso il tubetto, si franse e cadde al fondo. Analizzato, era carbonato baritico.

Infinitamente maggiore è tale reazione se il baco volge allo stato calcinico. Il sangue essiccato si trasforma in una specie di vernice. Messane una goccia sul porta-oggetti, si evapora e screpola dalla periferia al centro, simulando sotto al microscopio la presenza di cristalli che non esistono se il sangue è di individuo sano.

B. *Nella crisalide.* — Appena si appalesa la crisalide, nelle prime ore di sua vita, quando cioè la sua pelle è ancora trasparente ed esilissima, si può scorgere il moto del sangue. Allora offresi in riguardo alla circolazione un fatto assai interessante, già notato da Malpighi (1), negato da molti e recentemente riconfermato dal professore De Filippi. Questo moto s'opera ora in un senso ed ora nell'altro; il sangue, cioè, per alcune pulsazioni si porta dalla regione anale alla cefalica, e per altre dopo dal capo all'ano; in tal modo la circolazione della crisalide offre una strana differenza in confronto a quella del bruco.

C. *Nell'insetto perfetto.* — Nell'insetto perfetto è probabile che continui ciò che si osserva nella crisalide, la quale altro non è che l'insetto perfetto non compiuto. L'opacità della pelle e delle parti tutte esterne di esso rende difficile di poter vedere alcuna corrente sia nel corpo sia nelle sue appendici. Qualche movimento si scorge negli spazii interanellari dopo aver denudate le parti delle squame che le coprono.

Le differenze singolari che notansi tra la respirazione della larva e quella del bombice negli altri stadii della sua vita, se non spiegano le analoghe differenze della circolazione, possono renderle possibili, e farne sospettare la mutua dipendenza. Il bombice si presta assai poco, pel suo volume e per la brevità della sua vita, a simili operazioni, e di lui non si potrà sopra tale argomento conoscere più in là di quanto ce lo permettono l'analogia ed il paragone.

(1) *Cordis motus ut plurimum a superioribus ad ima perpetuatur rarus tamen.* Malpighi, op. cit., pag. 27.

ARTICOLO IV.

Delle funzioni di relazione.

Le vivi-sezioni non danno risultati attendibili circa l'azione del sistema nervoso. — Al movimento ed al senso presiede il sistema nervoso già descritto. Lo sperimentare sul modo di agire del sistema nervoso nel baco da seta è cosa assai ardua. La recisione dei nervi, che tanto felicemente si opera negli animali superiori, e mediante la quale si esplora l'azione dei singoli rami nervosi nelle varie parti dell'organismo, è impossibile nel bombice del gelso in qualunque suo stadio. La piccolezza delle parti, la mollezza di tutto il suo corpo e le contrazioni che lo invadono, ferito che sia, tolgono ogni nettezza di risultato, uè lasciano speranza di arrivare per tal via ad una soddisfacente e coscienziosa conclusione.

L'eterizzazione premessa al taglio delle parti, e che mi valse per alcune esperienze sulla fecondazione (vedasi avanti), non giova del pari nello studio fisiologico del sistema nervoso, che, composto sempre di esilissimi fili, non permette la sicura recisione di tale o tal'altra sua parte anche mediante i più delicati strumenti. Sopra altri insetti, o di maggiori dimensioni, o più trasparenti, si potrebbe tentare qualche cosa di analogo con esito più felice: ma dovendo io qui occuparmi esclusivamente del baco, mi limiterò a presentare i risultamenti ottenuti su quest'animale circa l'azione del sistema nervoso.

A. *Nella larva.* — I moti volontari, molteplici nella loro qualità, giacchè il baco s'allunga, s'accorcia, si ravvolge, ec., sono assai limitati nella loro intensità, rimanendosi, fra le altre cose, che esso muta assai di rado la sua sede. Molti bachi in tutta la loro vita non percorrono uno spazio maggiore di un metro; e privati del nutrimento, non si muovono per ciò, ma muojono d'inedia. La pratica educazione del baco è in gran parte dovuta alla possibilità di educarlo senza pena mercè la sua immobilità, pel qual costume i Chinesi lo chiamano *un essere divino*. Differiscono quindi da quasi tutte le altre larve in ciò che queste facilmente si sbandano: citerò a preferenza le larve della *Saturniaynthia*, che affamate muovono in cerca del cibo, grave inconveniente per l'artificiale loro educazione.

Negando a questo o a quel nervo l'accesso dell'aria è come se il medesimo si recitasse. — Nell'articolo sulla *Respirazione* già si fece conoscere l'azione grande che questa funzione e l'aria hanno sopra il sistema nervoso, azione che,

oltre all'essere forte e pronta, è anche assai locale. Col negare l'accesso dell'aria a questa o quella parte si potrà dunque ottenere lo stesso effetto come se si troncase questo o quel nervo che la percorre. Le funzioni del sistema nervoso si ledono quasi istantaneamente, e la parte dell'organismo a cui si distribuisce il ramo nervoso, risente subito della mancata innervazione, e mostrasi priva di senso e di moto.

Queste esperienze fatte sulle larve e sulla crisalide non mi fu possibile istituirle sull'insetto perfetto.

Il professore De Filippi, sull'esempio di Malpighi, di Fontana e d'altri, rinnovò le osservazioni che formano l'argomento del presente capitolo, ed arrivò a corollari assai importanti. Ripetute da me le sue esperienze, ottenni i medesimi risultati.

Il sistema nervoso del baco da seta, altrove descritto, è duplice: una prima porzione mediana, che sta collocata solamente sotto il tubo intestinale e che corrisponde all'asse cerebro-spinale dell'animale superiore; ed una seconda, che costituisce il sistema dei nervi splanenici, composta di ganglii e di filamenti, quali pari quali impari, più esili, che si portano di preferenza ai visceri. Il primo sistema serve al senso ed al moto; il secondo, alla vita vegetativa degli organi ed alle loro funzioni.

Il baco composto di zooniti. — Il sistema nervoso della vita animale essendo in molta relazione colle parti esterne, ed occupando tutta la lunghezza del bruco, ci lascia scoprire, mediante il metodo sopra indicato di intercettare l'accesso dell'aria a questa piuttosto che a quella parte, come la sua azione sia topica, e come ogni anello, per così dire, viva da sè sotto il rapporto di questo sistema. Se si potesse fare astrazione del ganglio sopraesofageo o cerebrale che funge mansioni speciali concentrate nel capo, si potrebbe dire essere il baco composto veramente di tanti *zooniti*, ossia di tanti anelli che hanno una vita propria affatto simile in tutti, e tutti forniti dei sistemi necessari per vivere indipendenti. Venendo posto in azione il sistema tracheale per ottenere siffatti risultamenti, questi indicano l'andamento stesso delle trachee.

Si è già detto come chiudendo tutte le stigme mediante una materia grassa, si ottenga la morte dell'animale, preceduta da paralisi; il corpo non è capace di sostenersi, nessun moto si può svegliare anche mediante punture. Ciò prova che il sistema nervoso presiede ai moti ed al senso del baco, dacchè, impedite l'innervazione, ne conseguita la paralisi generale.

Se si chiudono le stigme anteriori, diventano paralitici soltanto gli anelli anteriori, quelli cioè a cui si estendono i ganglii corrispondenti; e viceversa.

Talvolta però l'ultimo anello nel quale furono chiuse le stigme, e che confina

con quello le cui stigine rimasero illese, mostrasi ancora dotato di moto e di senso. Si vede dunque che se qualche piccolo ramo tracheale si porta all'ultimo ganglio corrispondente ad una stigma chiusa, basta per conservarlo in azione e dargli forza a mantenere il moto e il senso nelle parti alle quali si dirama (1).

Risulta dall'esposto che poca aria basta ai ganglii onde continuino la loro innervazione, come si prova anche meglio chiudendo tutte le stigine da un lato, nel qual caso il baco non cade paralitico perchè il ganglio nervoso è provveduto d'aria dalle trachee del lato opposto, le quali vengono a diffondersi su di esso, e ad anastomizzarsi in un modo affatto speciale.

Il ramo tracheale che passa in ogni anello sotto al ganglio corrispondente è bensì chiuso nella linea mediana dal nodo o manicotto che vi si trova, ma da esso partono i ramoscelli che si portano sul ganglio stesso, sul quale si costituisce la comunicazione dei due lati del corpo.

Il sistema gangliare presiede anche ai moti del canale pulsante. — Il vaso dorsale riceve nervi dal sistema di cui si ragiona, e la paralisi indotta nel modo indicato lo colpisce insieme ai muscoli sottooculanei. Se si chiudono le ultime due trachee, l'ultima camera del canal pulsante non batte più, e le contrazioni continuano nella sola parte anteriore.

Il tubo intestinale non obbedisce all'innervazione della catena gangliare. — Il tubo intestinale invece si sottrae all'azione della catena dei ganglii, e si contrae anche quando i muscoli volontari sono resi paralitici. Specialmente l'esofago e la porzione intestinale che gli succede, mostransi attivi come quelli che maggiormente sono dotati di nervi splanchnici. Paralizzato un baco mentre i muscoli periferici non risentono più gli stimoli esterni, il canale alimentare si contrae ancora e si convulle.

Un nervo speciale serve alle stigine. — *Nervi respiratorii.* — I filamenti che partono dai cordoni nervosi mediani poco prima dei ganglii servono certamente alla vita delle stigine. Essi vi si portano direttamente; non si diramano per via, e si diffondono solamente nelle parti che trovansi in diretta comunicazione colle stigine: sono veri *nervi respiratorii*. Ciò si deduce unicamente dalla struttura anatomica, non avendo potuto istituire alcuna esperienza in proposito (2).

(1) Da ciò deriva che se si otturano d'ambo i lati le tre stigine mediane del corpo, solo l'anello di mezzo cade perfettamente paralitico.

(2) Negli insetti in cui sono apparenti i moti respiratorii, si può con esperienze dimostrare come ogni ganglio presieda ad essi nel proprio anello, ed avere una prova dell'individualità di vita d'ogni anello, non che dell'influenza reciproca delle due funzioni delle trachee e de' nervi. Ecco i

Durante l'assopimento i moti del baco da seta sono ancora minori; mostransi in gran parte automatici o indotti dagli agenti esterni. Questo fatto è abbastanza spiegato dalla sospesa ed alterata respirazione. Alcune volte fa delle contrazioni violente, delle quali per altro non si conoscono le cause nè prossime nè remote. Ciò si verifica di preferenza in alcune malattie, le quali si dovrebbero riferire ad un'alterata innervazione.

Del tatto nel capo, e degli altri sensi nel baco. — Dal ganglio sopraesofageo partono i nervi che vanno alle appendici di cui è fornito il capo, nel quale essi sembrano piuttosto servire al tatto che è delicatissimo nei palpi, nella filiera e nelle labbra. Della quale squisitezza di tatto si ha prova nel momento in cui il baco comincia a tessere la sua prigione, per la somma delicatezza con cui maneggia l'esilissimo filo che gli esce dalla filiera.

È probabile che in quelle appendici risiedano congiunti tutti gli altri sensi, tranne quello della vista. La piccolezza dei rami nervosi, la loro brevità o vicinanza impediscono di distinguere se ognuno di questi sensi abbia una sede distinta; nè i rapporti che si riscontrano tra il baco e le altre larve sono sufficiente argomento ad emettere una probabile opinione in proposito.

risultati delle ventidue esperienze fatte dal defunto W. F. Barlow sui movimenti respiratorii degli insetti nelle libellule (*Dragon fly*):

1.º I moti respiratorii delle libellule (e probabilmente degli altri insetti) sono naturalmente soggetti a considerevoli e frequenti variazioni di forza e di frequenza, essendo molte cause di esse ancora ignote.

2.º La respirazione è sempre accelerata dal moto, dalle emozioni, dall'alta temperatura, dal galvanismo e dall'irritazione meccanica; i tre ultimi agenti l'accelerano tanto nell'insetto intatto che decapitato.

3.º I moti respiratorii di ogni segmento del tronco sono, fino ad un certo punto, indipendenti dal resto; essi possono prodursi in separati segmenti, purchè i ganglii di questi e i loro rami nervosi siano interi e non paralizzati da influenza alcuna, come di cloroforme o di etere.

4.º Il taglio del capo, compresi i ganglii sopra e sottoesofagei, non arresta, come nei vertebrati, i moti respiratorii, ma diminuisce la loro forza e frequenza e li priva di ogni influenza delle volontà e delle mentali emozioni.

5.º La scossa prodotta dal subitaneo schiacciamento della testa e della parte terminale dell'addome generalmente arresta per qualche tempo ogni moto respiratorio, che poi rinnovasi, sebbene diminuito, per tutto il rimanente della vita dell'insetto.

6.º Tutte le osservazioni tendono a provare la sufficienza propria dei diversi ganglii ai movimenti del loro segmento particolare e della loro essenziale indipendenza sotto questo rapporto; nello stesso tempo i moti coordinati provano la mutua loro relazione.

Vedi *Observations on the Respiratory Movements of Insects*. By the late W. F. Barlow, F. R. C. S. Arranged and communicated by James Paget F. R. S. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 1855, pag. 139.

Il senso della vista nella larva deve risiedere negli ocelli, od occhi semplici, collocati nel capo del baco da seta, ed altrove descritti.

Il baco si commove alla luce; ma colla luce vi è calore; e potrebbe essere la sensazione calorica la causa di quella commozione che si attribuisce alla luce. Malpighi dubita ancora dell'esistenza di questi occhi del baco: *in anteriori parte, ad latera tamen, globuli quidam, numero sex, diaphani protuberant, qui oculi censentur*. Per analogia però con altre larve, la quistione potrebbe essere sciolta positivamente. La capacità visiva in tali organi deve essere tuttavia minima e quasi a contatto degli oggetti, nè pare che il baco se ne serva a tal uopo.

Un senso del gusto fu ammesso nel bruco, e ch'esso esista è certamente possibile; l'argomento però addotto in prova è di poco valore (chè l'esistenza del nervo gustatorio non fu mai dimostrata), come quello che lo ammetterebbe in appoggio all'abborrimento del baco per altre foglie che non siano del gelso; quasi che un senso non potesse giovare all'altro, e quasi che anche l'uomo non si astenesse da molte sostanze poco adatte al suo nutrimento, senza averle mai provate.

B. Nella crisalide. — L'azione del sistema nervoso nella crisalide è difficile a sperimentarsi. I ganglii nervosi sussistono sebbene diminuiti di numero ed avvicinati. La vita di relazione è quasi nulla. Coperto dal suo grosso e opaco involucro, l'insetto durante questo stadio non è in comunicazione col mondo esterno: esso non ode, non vede, non gusta, non odora, e non ne sente il bisogno, chiuso, com'è, e quasi sepolto nel suo bozzolo. La sensibilità è assai viva, come lo dimostrano le contrazioni della parte posteriore del corpo quando venga toccata; le quali contrazioni palesano altresì la facoltà tuttora attiva dei movimenti. È ben vero che questi moti riscontransi soltanto negli ultimi anelli; ma ciò può dipendere dalla circostanza che essendo mobile la parte posteriore della solida buccia, in essa solamente può rendersi manifesta la sensibilità.

C. Nell'insetto perfetto. — Nella farfalla i sensi sono assai più sviluppati. Il sistema nervoso eccitato da una copia maggiore d'aria è più valido nella sua azione.

Moto. — I movimenti si fanno con una celerità ammirabile e quasi continua durante quasi tutta la breve vita della farfalla. Alle zampe ed alle ali vanno filamenti speciali che presiedono ai movimenti, tra i quali si notano il passo ed il volo.

Vista. — La vista possiede organi assai più sviluppati di quelli della larva. Fu già descritta la struttura complicata dell'occhio del bombice, il quale non

differisce essenzialmente da quello di tutti gli altri insetti allo stato di perfezione. La forma degli occhi e la direzione divergente dei loro assi ottici permettono loro di abbracciare un gran campo, e suppliscono alla mancanza di mobilità di tutto l'apparato.

Gusto. — L'organo del gusto, la cui sede non è ancora certa anche negli insetti che mangiano, ritengo non esistere nelle farfalle del bombice che non prende mai cibo, nè mi fu dato rinvenire alcun organo particolare cui si potesse supporre un tale ufficio.

Udito ed odorato. — Sono d'opinione che l'udito e l'odorato risiedano insieme nelle antenne. Che il bombice del gelso sia provveduto di odorato, è certo. Se si colloca in una scatoletta una femmina la quale non faccia movimento alcuno, oppur anche sia appena appena morta, ed indi si chiude la scatoletta, si vedono i maschi che le stanno vicini girare ansiosamente intorno ad essa cercando di penetrarvi. Sulla sede dell'olfatto negli insetti dissentirono assai gli entomologi, lo che sarà chiaro dopo che avrò esposto ciò che i maestri della scienza ne pensarono in proposito (1).

Kirby e Spence (2) ammettono il *rhinarium* sede dell'olfatto. — Obiezione: Questo è un organo limitato a pochi generi, e il senso si osserva sviluppatissimo in molti che sono privi di questa parte.

Robineau-Desvoidy e Rosenthal (3) lo pongono per le mosche in una pellicola collocata fra le antenne. — La medesima obiezione.

Comparetti (4) pone l'odorato in parti diverse secondo le famiglie: per i lamellicorni, nelle antenne; nella proboscide, nei lepidotteri; nelle cellule frontali, per gli ortotteri. — La medesima obiezione.

Treviranus (5) ritiene quale sede dell'olfatto la vescica aspirante che è in relazione collo stomaco ed anche coll'esofago. — Obiezione: Non si hanno prove positive per ammettere tale opinione. Molti insetti poi, tra cui il nostro bombice, hanno impervia la bocca, quindi l'aria non ha comunicazione al di fuori.

(1) Offrendo qui un sunto della letteratura su questo argomento, avrei dovuto fare altrettanto per gli altri argomenti discussi, anatomici e fisiologici; ma oltretutto il lavoro sarebbe riuscito troppo voluminoso, mi sarebbe mancato il tempo necessario a compirlo nel limite prescritto dal programma di concorso.

(2) *Introduction to Entomology*. Tom. IV, pag. 263; Tom. III, pag. 454.

(3) Reil's, *Archiv. für die Physiologie*. Tom. X, pag. 427.

(4) Schelver Fr. Jos., *Versuch einer Naturgeschichte der Sinneswerkzeuge bei den Insecten*. Göttingen, 1798, pag. 43.

(5) Nel *Traité d'Anatomie comparée*, par Carus, pag. 216 (Edizione di Bruxelles).

Reimarus, Lehmann (1), Duméril (2), Giorgio Cuvier (3), Baster (4), Burmeister (5), Strauss (6) opinano che l'olfatto risieda all'apertura delle stigme o alla superficie del sistema tracheale, appoggiandosi specialmente sul fatto che anche negli animali superiori il senso dell'olfatto è in intima relazione col sistema respiratorio. — Obiezione: Esistono troppe differenze tra i vertebrati e gli insetti per dar valore ad un argomento d'analogia. Questo perderebbe ancor più di forza per ciò che s'osserva nei crostacei. Nessuna esperienza poi e nessuna osservazione positiva viene in appoggio d'una tale ipotesi.

Lyonet, Bousdorff (7), Marcel de Serres (8), Knoch (9) sostengono che l'olfatto stia ne' palpi; quest'ultimo autore poi lo limita ai palpi mascellari. È questa l'opinione che s'avvicina maggiormente alla vera; giacchè mentre io ritengo che le antenne siano la vera sede dell'olfatto, non so escludere che i palpi possano con esse dividere l'ufficio di questo senso, come parte assai vicina e presso a poco dell'eguale struttura.

Rösel, Blainville (10), Robineau-Desvoidy (11), Dugés (12), Carus (13) ammettono che le antenne siano il vero organo dell'olfatto; il che si ritiene probabile anche da Latreille (14), Olivier (15), Bonnet (16), del pari che da Lefèvre (17) e da Pierret (18).

La struttura delle antenne, la loro posizione, e l'analogia militano in favore dell'opinione che desse servano precisamente a questo senso; e in vero: 1.º La loro struttura è adattatissima a trattenere l'aria, e con essa le emanazioni odorose di cui è pregna.

(1) Lehmann, *De sensibus externis animalium exsanguinum*, etc. Gott., 1798, in 4.º

(2) Duméril, *Considérations générales sur les insectes*, pag. 25.

(3) Cuvier, *Leçons d'Anatomie comparée*, Tom. III, pag. 723 (Edizione del 1845).

(4) Baster, *De usu antennarum*, pag. 27.

(5) Burmeister H., *Handbuch der Entomologie*. Berlin, 1832. Tom. I, § 196, 277.

(6) Strauss, *Considérations générales sur l'anatomie comparée*, etc. Paris, 1828. pag. 426.

(7) Bousdorff G., *De fabrica et usu palporum in insectis*. Aboae. 1790.

(8) Marcel de Serres, *De l'odorat et des organes qui paroissent en être le siège*. Annales du Museum, Tom. XVII, pag. 426.

(9) Nel Lehmann, opera citata.

(10) Blainville, *Principes d'Anatomie comparée*.

(11) Robineau-Desvoidy, *Recherches sur l'organisation vertébrale des Insectes et des Crustacés*.

(12) Dugés, *Traité de Physiologie comparée*.

(13) Carus, opera citata, pag. 217.

(14) Latreille, *Hist. nat. des Crustacés et des Insectes*. Tom. II, pag. 5.

(15) Olivier, *Encycl. méthod.* Art. *Antennes et Antennules*.

(16) Bonnet, *Oeuvres complètes*, Tom. VII, pag. 124.

(17) Lefèvre, *Annales de la Société Entomologique*, 1838. Tom. VII, pag. 395.

(18) Pierret, *Ann. de la Soc. Ent.*, 1844. Tom. X; Bulletin, p. x.

2.° Collocate in avanti, e mobilissime, esse precedono, per così dire, l'insetto, e l'avvisano di ciò che deve fuggire, e di ciò cui deve muovere incontro. La loro mobilità fa sì che esse pouno rivolgersi dal lato donde spira l'aura profumata, la quale dirige l'animale ne' suoi movimenti.

3.° Gli aracnidi soli fra tutti gli articolati mancano di antenne, e si sa quanto l'olfatto sia debole in essi.

Le esperienze e le osservazioni fatte da me e da altri conducono ad ammettere le antenne come sede dell'olfatto. Perris (1) cita molte osservazioni fatte sul *Cynips auratus* Fourc., sul *Dinetus pictus* Fab., sulla *Leucopsis dorsigera* e su molti altri insetti di tutti gli ordini, ed ebbe sempre per risultato che l'organo dell'odorato risiede di preferenza nelle antenne.

Mi sia permesso aggiungere il seguente fatto, da me osservato, a conferma dell'esposto. Sopra un terrazzo che fiancheggia una delle corti del civico nostro Museo stava da anni un nido di formiche d'una specie interessante e forse nuova. I suoi abitanti uscendo dal loro nido erano soliti tenere una sola via onde recarsi ad alcuni vasi di rose invase dagli afidi, ai quali chiedevano il loro nutrimento. Il percorso cammino compivasi per qualche tratto su di un muro, sul quale più volte ripetei la seguente esperienza. Con un dito ora antecedentemente pulito, ora madido del natural sudore, ora tinto di qualche sostanza odorosa, strisciava sul muro leggermente attraverso alla via tenuta dalle formiche. Esaminata colla lente la parte di muro ove l'apice del mio dito aveva strisciato, non si osservava particella alcuna sensibile ivi abbandonata. Eppure la prima formica che vi arriva, eccola sostare: eccola colle antenne palpeggiare minutamente tutti i bordi della striscia, andar lungo di essa e non aver coraggio di oltrepassarla. Dopo la prima ne arriva una seconda, poi una terza, poi venti, poi trenta, e tutte deviano un poco quali a destra e quali a sinistra, e bordeggiano quell'insensibile striscia, sempre fiutandola colle antenne, non mai abbastanza coraggiose di passarvi sopra. Alla fine, dopo nuova titubanza e nuovi sospetti una s'arrischia a porvi su le zampe, per retrocedere; e solo a poco a poco, quasi facendosi coraggio a vicenda, eccole assieme superar l'ostacolo ed oltrepassarlo. Da quale impressione potevano mai essere colpite quelle bestiuole se non dell'odore lasciato su quella striscia dal mio dito; disperso il quale, esse non temevano più di affrontarla? La loro peritanza e il modo con cui muovevano le antenne, mostravano come queste servissero loro a spiare quando l'odore erasi dissipato.

(1) Perris, *Mémoire sur le siège de l'odorat dans les articulés*. Ann. des Sc. Nat., 1830. Tom. XIV, pag. 119.

Ciò che io osservai nel maschio del bombice del gelso desideroso di entrare nella scatoletta ove era chiusa una femmina, è un'altra prova in favore dell'opinione enunciata. Recise le antenne a quel maschio, lo misi un po' discosto dalla scatoletta: vidi allora che incerto le s'avvicinava, e che talvolta non s'accorgeva di essa; lo stesso effetto ottenni invernicando le antenne.

ARTICOLO V.

Della secrezione della seta.

Il bombice del gelso è l'insetto che in proporzione al suo volume produce la maggior copia e la più bella qualità di seta, ciò che sta certamente in ragione della natura del suo alimento. La foglia del gelso contiene, più di qualunque altra foglia, gli elementi più acconci ad essere con poca modificazione tramutati in seta.

La copia della seta è proporzionale alla foglia mangiata dal baco. — Questo lo si deduce dalle osservazioni e dalle esperienze di tutti i cultori del serico insetto; Dandolo ed altri stabilirono l'enunciata proporzione; quindi l'economia della foglia è un'economia male intesa. Si cercò di trovare il punto in cui avere la massima copia di seta col minimo consumo di foglia. Io ripetei alcune di siffatte esperienze; ecco gli ottenuti risultati, i quali vengono a confermare la proporzione stessa.

Privato un baco del suo nutrimento
dopo il 1.º giorno dalla 4.ª muta, muore.

2.º	”	”	muore.	
3.º	”	”	produce qualche bava e muore.	
4.º	”	”	tesse un piccolissimo bozzolo, ma muore prima di farsi crisalide.	
5.º	”	”	fa un bozzolo discreto.	
6.º	”	”	il bozzolo è più ricco: la seta pesa gr.	2,20
7.º	”	”	il bozzolo ricco . . . peso della seta	” 4,50
			” del baco	” 4,01
9.º	”	”	il bozzolo assai ricco: ” della seta	” 4,50
			” del baco	” 3,20

Dalle quali cifre si ricava come la massima copia di seta si ottenga nei giorni in cui l'appetito serve meglio al baco, e nei quali divora maggior quantità di foglia. Si rileva altresì come nell'ultimo giorno rimanendo eguale il peso della seta (gr. 4,50), sia diminuito quello del corpo del baco, per avere vuotato

l'intestino di tutte le sostanze escrementizie, ed essersi così preparato alla filatura del bozzolo.

Questi dati possono acquistare un valore pratico in una malaugurata circostanza dell'allevamento de' bachi, intendo dire della mancanza della foglia. Quando un tal caso s'abbia ad avverare, e che non v'abbia sostituto di sorta da darsi in cibo ai bachi per qualche tempo, piuttosto che gettarli, qualora ciò accada dopo il secondo o terzo giorno dalla quarta muta, si coprano i bachi di rami secchi, si renda oscura tutta la bigattaja, e da quei bachi otterrassi ancora qualche prodotto di seta. Questo tentativo, proposto già nel 1789 (1), venne riproposto, dopo averlo sperimentato, anche dall'egregio Berti-Pichat a carte 62 del suo prezioso Manualletto.

Il filo di seta non è preparato negli organi del seritterio. — La materia sericea di mano in mano che progredisce negli organi del seritterio si perfeziona maggiormente e si condensa a fine di ridursi al necessario stato d'indurimento nell'atto che esce dalla filiera. Questo rapido indurimento parve difficil cosa a comprendersi da taluni, i quali sostennero che il filo è già compreso e formato nei ricettacoli della seta, e che di là si svolge già consistente come da un gomitol. Ma la cosa non è punto così; esaminata la seta nelle sue vesciche, è una massa omogenea che si lascia stirare e stendere come si vuole, e che non presenta filo di sorta. Le vesciche del seritterio sono assai igroscopiche; nell'anatomizzare un baco si osserva che attraverso alle loro membrane l'acqua penetra per endosmosi, dopo essersi rigonfiate si spaccano, e la seta ne esce trasparente come caramella, adagiandosi sul fondo del vaso in cui si fa l'osservazione.

Se il filo fosse poi disposto a gomitol, come mai questo potrebbe svolgersi colla forma tubulare e allungata che hanno i suoi ricettacoli? Se tali vesciche fossero circolari, lo svolgersi del filo potrebbe concepirsi più facilmente; nel modo anzidetto, no certamente. Ond'è che io ritengo che la seta s'indurisca all'istante che esce in contatto dell'aria; che l'avanzo di umidità che presenta e l'esterno involucro del filo gli permettono di aderire ove il baco lo attacca; ed esser probabile che nell'indurimento concorra assai quel liquido versato alla base della filiera nell'interno suo tubo da quelle due ghiandolette che già descrissi a suo luogo, e denominate *appendici ghiandolari del seritterio*.

Delle proprietà fisico-chimiche della seta vedasi quanto si è detto nell'apposito articolo a pag. 160.

(1) Vedi *Opuscoli scelti sulle scienze e sulle arti*. Milano, 1789. Vol. XI, pag. 179.

Parlando del bozzolo ho notato che la seta cambia natura ad ogni strato di cui si compongono le sue pareti. Questo cambiamento è prodotto da una modificazione dell'umore secreto nei vari stadii della vita dell'insetto; a modificare il prodotto hanno influenza anche le pareti del serbatojo.

ARTICOLO VI.

Della fecondazione.

Argomenti trattati in quest'articolo. — In questo articolo, omettendo di trattare di tutto quanto può dipendere dalla volontà o dall'istinto dell'animale, di cui si è già tenuto discorso, si parlerà del meccanismo della copula, della via che tiene il seme per portarsi a contatto col prodotto dell'ovario, del luogo ove accade la fecondazione, e di quanto di più importante accompagna quest'atto, riservando pel capo seguente le più salienti mutazioni che soffrono i due elementi, l'uovo e lo sperma, prima e dopo la fecondazione.

La fecondazione è interna. — La fecondazione nel bombice del gelso si opera, come in tutti gli altri lepidotteri, nell'interno del corpo femminile. Il maschio, durante la copula, inietta il proprio elemento maschile nell'apparato genitale della femmina, e vi feconda in tal modo le uova. Che il maschio abbandoni colla copula un nuovo elemento nel seno della femmina, lo prova, oltre l'esame microscopico, l'aumento di peso di questa dopo l'unione. Il Dandolo per un certo numero di farfalle avanti la copula trovò un peso di 2990 grani, che salì a quello di 3200 per le stesse appena dopo l'accoppiamento; ogni farfalla avrebbe ricevuto dal maschio un aumento di 2,10 grani (1).

Quando il maschio cerca d'accoppiarsi colla femmina, tenta di mettere a contatto l'estremità posteriore del suo addome con quello della compagna, affinché si mettano in corrispondenza le aperture per le quali il liquido fecondante deve passare da un corpo nell'altro.

(1) Il baco dal pieno accrescimento va sempre diminuendo di peso fino alla morte, eccettuato il piccolo aumento indicato più sopra per le femmine dopo l'accoppiamento. Le cifre seguenti, che togliamo dal Manuale del Cicconi, provano questo fatto.

Baco a pieno accrescimento.	Gr.	4,50
Crisalide	»	2,25
Farfalla	»	1,69
Farfallino	»	0,95
Farfalla che depose le uova.	»	0,56
Farfalla morta, dopo aver deposte le uova e quasi essicata.	»	0,25

Ad assicurare l'unione, il maschio è provveduto nell'ultimo suo anello di due uncini, i quali s'attaccano a corrispondenti impressioni della piastra copulatrice della femmina; e per tal modo l'un corpo resta uncinato all'altro. La posizione delle parti genitali allora è tale che il pene che sporge dal maschio si trova in corrispondenza dell'imbuto formato dalla *lunina copulatrice*, al cui fondo s'apre, mediante il suo condotto, la borsa ricca di seme. In quell'imbuto adunque il maschio introduce il pene, e vi inietta il suo seme. La borsa, da piccola che era avanti la copula, la si vede ingrossata in fine di quest'atto, ed a pareti splendenti e tese. Per tal modo riesec dimostrato l'ufficio di una delle aperture esterne dell'apparato femminile, quello cioè di ricevere il membro maschile che così depone in seno alla femmina il seme di cui è portatore; il qual seme non deve passar più per quell'apertura d'introduzione, giacchè esso esce dall'altra apertura della borsa copulatrice per andare incontro alle uova.

Il distacco artificiale, se fatto con delicatezza, non è dannoso alla femmina.

— Questa prima osservazione ci mostra che il distacco artificiale del maschio dalla femmina, qualora venga fatto con cura, non è punto dannoso a quest'ultima. Più facilmente ne può soffrire il maschio, la cui verga è lunga e di sostanza chitinoso, e quindi fragile: destinata a penetrare tra parti dure, se appena appena il distacco non si fa in linea retta e dolcemente, la verga si rompe. Si aggiunga a ciò l'allargamento che riscontrasi alla sua estremità, il quale può essere d'impedimento alla sua uscita dall'apertura femminile. Quel maschio che ne andasse così mutilato sarebbe incapace di accoppiarsi nuovamente. La rottura della verga non sarebbe però di alcun danno alla femmina, che tutt'al più riporterebbe chiusa l'apertura di comunicazione coll'esterno della sua vescicola copulatrice; apertura che più non le serve dopo essere stata fecondata. La via naturale che deve seguire ulteriormente il seme non sarebbe menomamente disturbata da tale accidente.

Il seme penetrato nella vescica copulativa ha libera l'uscita da essa vescica per mezzo del condotto *E* (fig. 245, Tav. XIV), e può versarsi in quella porzione di tubo che risulta dalla fusione dei due ovidotti, e che dalla funzione di cui è sede potrebbe chiamare *utero* con tutta ragione.

Già altrove si è detto che la *borsa accessoria* sbocca pure nell'utero, e quindi il seme venuto in esso può rimontare il suo condotto e riempirla.

Ufficii della borsa copulatrice e del suo condotto. — Parecchie sono le opinioni intorno agli ufficii di questa borsa, che da Dufour fu ritenuta come una *ghiandola sebacea*, ed alla quale attualmente si attribuisce l'incarico di ricevere e di contenere il seme, dandosi ad essa il nome o di borsa copulatrice, o di ricettacolo del seme (*receptaculum seminis*).

Altro importantissimo ufficio di questa borsa, e meno noto del primo, è quello di agire dinamicamente sul seme, e di fargli subire l'ultimo suo perfezionamento, senza del quale esso è incapace di fecondare. Il maschio inietta un seme i cui filamenti spermatici, osservati al microscopio, stanno ancora immobili ed a migliaia avviluppati nei tubi spermatofori. In questo stato il seme non feconda; abbisogna che quelle cellule spermatofores si rompano, e che i filamenti ne escano dotati di tutti i movimenti, cui pare dovuta la facoltà fecondante. Or bene, siffatto schiudimento si opera in seno della *borsa copulatrice*, o ricettacolo del seme. È un'azione particolare dovuta alle pareti di questa borsa, azione già riconosciuta in parti analoghe del sistema genitale di altri animali.

Oltre gli accennati due ufficii si osserva nella vescicola, di cui è discorso, la proprietà di mantenere attivo il liquido seminale, e di fare in modo che questo conservi tutta integra la sua proprietà per molte ore dopo la copula, per tutto quel tempo cioè che dura la deposizione dell'uova e il loro passaggio per l'utero, in cui debbono essere fecondate.

Esperienza intorno all'azione della borsa copulatrice sullo sperma. — Conservando del seme nella borsa copulatrice staccata, io osservai vispi e vibranti i zoospermi al di là di 16 ore; collocati invece su altro corpo, come vetro, carta, frammenti d'ala di bombice, ec. (che io teneva sotto una campanella di vetro con un bacinetto d'acqua per impedirne l'evaporazione), dopo qualche ora avevano perduto i loro movimenti. Nel sopra indicato numero di ore avrà potuto accorgersi il lettore quanto siasi abbreviato il tempo della facoltà fecondatrice dei zoospermi pel fatto d'averli estratti dal corpo dell'animale. Il vetro, la carta, l'ala del bombice e le mucose d'animali superiori non hanno la facoltà di far rompere le cellule spermatofores: esposto più volte su dette materie il seme estratto dal corpo del maschio, non ne ottenni mai il minimo successo.

Ufficio della borsa accessoria. — Sono d'opinione che la borsa accessoria *F* (fig. 245, Tav. XIV), la quale con un condotto particolare si versa nel tubo contenente le uova, adempia a tutti gli ufficii della borsa copulatrice, quello solo eccettuato di ricevere il pene. Essa si trova pure ripiena di spermatozoi vibranti, e pare quindi destinata ad aiutare nella sua azione sul seme la borsa copulatrice. La presenza costante di questa borsa, indipendentemente dalla variabile forma che offre in *A-F* (fig. 246, Tav. XIV), ci fa presumere della sua importanza; essa poi varia di capacità secondo il maggiore o minore aiuto prestato alla vescica principale. La sua presenza spiega altresì i falliti tentativi di castrazione delle femmine (l'esportazione, cioè, della borsa copulatrice) fatti per la prima volta, che io mi sappia, con speranza di attendibile risultato dal cav. Carlo Bassi.

La *vescica accessoria* è troppo piccola per poter tentare su di essa qualche operazione, e la sua forma variabile toglie la certezza d'aver agito esclusivamente e totalmente su di essa. Ignoro poi se la medesima possa avere qualche altro speciale ufficio, e se fornisca al seme qualche liquido ancora ignoto nelle sue qualità: le osservazioni microscopiche e le ragioni addotte starebbero per la negativa.

Ove accade la fecondazione. — Le uova discendono pei tubi ovarici, e vengono accolte dagli ovidotti; passano quindi nell'utero, ossia nel canale unico formato da questi ovidotti quando si fondono insieme. È in questo punto che l'uovo viene in contatto collo sperma, dal quale perciò riesce fecondato. Come succeda l'intima fusione degli elementi forniti dai due sessi si vedrà nel Capo III di questa Parte, ove trattasi dell'*Embriogenia*.

Da questo luogo le uova si portano sempre più in basso e passano avanti all'apertura delle ghiandole del glutine, ove ricevono un involuppo d'una sostanza particolare che partecipa nelle sue proprietà della natura delle gomme e delle resine, per cui acquistano la facoltà di aderire al corpo su cui la femmina le depone. Ricevuto un tale involuppo, pel meccanismo di muscoli adattati, mossi dalla volontà dell'animale, e fors'anche per l'elaterio dell'aria della vescica aerea, essi arrivano nell'estremità emisferica con cui termina l'apparato genitale, e che fa l'ufficio di organo ovo-positore.

Le uova percorrono sempre un canale loro proprio, non mai il tubo che sbocca all'ano. — Le uova facendo un tal tragitto non entrano mai nel tubo che conduce il liquido urinoso espulso di tratto in tratto, e che mette fine all'ano, nè mai vengono irrorati dal liquido stesso. Quest'erronea opinione posta in campo da Malpighi, ammessa in seguito da Réaumur (1), venne generalmente accolta fino a questi ultimi tempi sulla fede dei due esimii anatomici. Il condotto *T* (fig. 245, Tav. XIV) è esilissimo, e assai difficile a scoprirsi del pari che l'apertura anale *S*; ond'è che si credette sempre che la vescica *V* sboccasse nell'utero *M*.

La fecondazione accade essa veramente nel luogo indicato più sopra? In favore di tale opinione stanno molte osservazioni fatte originariamente da Malpighi e ripetute da altri con maggiore o minore successo. Prima di parlare delle osservazioni stesse, che io pure volli ripetere alla mia volta, aggiungendovene qualcuna di nuova, devo accennare che senza attendere lo sviluppo dell'embrione, nelle uova esiste un carattere che indica l'avvenuta o la mancata loro

(1) . . . *C'est que l'ovaire se rend à l'anus, et c'est par l'ovaire et par l'anus que les œufs doivent sortir.* Réaumur, *Mém. pour servir à l'hist. des insectes.* Tom. II, Mem. II, pag. 83.

fecondazione. Le uova feconde poco tempo dopo che sono deposte perdono il loro colore sulfureo per assumerne uno più o meno intensamente cinereo, al quale arrivano passando per tutte le degradazioni intermedie. Le uova invece che non sono feconde mantengono il loro colore giallo-citrino primitivo, e dopo alcuni giorni, per effetto dell'evaporazione, succede sopra una delle loro facce una depressione che va sempre aumentando finchè l'uovo si è essiccato (1).

Argomenti in favore della fecondazione nell'indicata località. — 1.° Se si osservano le uova contenute nell'apparato genitale d'una femmina che fu in copula, vedesi che tutte le uova che giacciono superiormente allo sbocco della *borsa copulatrice* e della *borsa accessoria* conservano il loro colore citrino e stanno infeconde; mentre quelle che oltrepassarono quel punto, e che stanno nella parte infima dell'utero, si fanno nericee e mostransi fecondate.

2.° Malpighi avendo sezionata una femmina morta da sé e che aveva il ventre assai turgido, lo rinvenne pieno d'uova: esaminate quelle che giacevano presso l'apertura esterna dell'apparato femminile, le trovò cineree e fecondate, ed avvolte da una sostanza bianca, densa, fatta quasi a budello (in causa della sua densità), che egli riconobbe per sperma.

3.° Non m'accadde mai di vedere spermatozoi lungo i tubi ovarici.

4.° Tentata dal sommo anatomico di Bologna la fecondazione artificiale, irrorando le uova giacenti nell'alto degli ovarii, e quindi infeconde, con seme estratto dalla borsa copulativa, gli andò fallita la prova, come fallì a me pure che ripetei l'esperienza malpighiana, forse con maggiore precisione, poiché limitai gli esperimenti alle sole uova che erano nell'utero di una femmina vergine, e quindi mature e perfette, non che liberate dalla guaina del tubo; escludendo, in opposizione a quanto operò Malpighi, le superiori avvolte tuttavia nei tubi ovarici: il seme fu levato non dal maschio, bensì dalla borsa copulativa di altre femmine fecondate.

Ma siffatta esperienza, la cui felice riuscita avrebbe sciolto la questione in un modo assoluto, perde molto valore nel caso della mancata soluzione. La fecondazione può aver fallito per molte altre cause, e principalmente per quella del contatto dell'aria colle uova, che io ritengo abbia per effetto di far chiudere il *micropilo*, ossia quella piccola apertura per cui entrano gli spermatozoi nell'interno dell'uovo, e di cui si dirà nel Capo consacrato

(1) Si cita qualche caso di uova fecondate e rimaste gialle; a me non toccò mai in sorte di verificare questo fatto.

all'*Embrogénia*. L'azione dell'aria non potrebbe anche nuocere ai filamenti spermatici (1)?

Spallanzani riferisce invece d'aver operata la fecondazione artificiale nel baco da seta e di esservi riuscito. Egli però dedusse l'esito felice ottenuto dal solo colore mutato delle uova. È questo già un buon criterio; ma trattandosi di fatto così importante, era necessario di conservare quelle uova per ottenerne l'insetto sviluppato.

Da taluno venne negato essere il colore un criterio infallibile per giudicare della fecondazione delle uova, nel senso cioè che le uova cineree sono tutte feconde, ma che talvolta può formarsi l'embrione anche in uova che conservarono il color giallo (2). Io non potei constatare il fatto, per cui inclino a crederlo o dubbio o rarissimo. Bellani e Bassi tentarono invano la fecondazione artificiale; e siccome i modi di operare di quest'ultimo nostro distinto entomologo sono d'una delicatezza che nulla lasciano a desiderare, così si può supporre che se l'esperienza non riuscì, l'esito infelice non debba attribuirsi a male eseguiti esperimenti.

Il cav. Bassi fece anche esperienze in proposito per studiare l'ufficio della borsa copulatrice: eterizzando le sue farfalle, egli riuscì a levarla a qualche femmina e ad ottenere da questa uova fecondate, che poi si svolsero. Quest'esperienza non potrebbe tuttavia aver valore che quando si fosse certo d'aver esportata anche la *vescica accessoria*, la quale ha ufficio analogo; ché, lasciata, può somministrare liquor seminale bastante per la fecondazione.

Uova fecondate di femmine infeconde. — È singolare l'anormalità osservata nella fecondazione delle uova del bombice del gelso, d'essersi cioè vedute uova fecondate provenienti da farfalle vergini. Il fatto fu più volte constatato ed ormai non è più permesso dubitarne. Bernoulli ne parlò nel 1779, ed attribuì al calore il potere fecondativo di quelle uova che non furono toccate da seme maschile. Constant de Castellet, che egualmente racconta il fatto, crede che ciò possa dipendere da una copula avvenuta fra i brachi. Ma ciò è impossibile; il fatto di essa copula non fu constatato dall'osservazione, e crederne la possibilità ripugna non meno che credere possibile la fecondità dell'uovo senza il concorso del maschio. Basta conoscere l'organizzazione del bruco per rifiutarsi d'accedere all'opinione

(1) Tentai la fecondazione delle uova nell'acqua, ma questa altera il fluido seminale. Si hanno adunque due ostacoli: o si lasciano deporre dalla femmina le uova, e queste sono già inverniciate; o si adoperano le uova degli ovarii, ed è facile che la membrana di questi le involga e le sottragga all'azione desiderata del seme.

(2) Non regge però la proposizione contraria, che uova divenute cinericee possano anche essere infeconde.

del citato autore. Fu detto che trovandosi a caso due bruchi prossimi l'uno all'altro coll'ano, ed emettendo contemporaneamente le fecce, queste ancor unide si saldassero assieme, e per qualche tempo rimanessero i due bruchi l'uno attaccato all'altro. Ecco un'apparenza di copula che può aver ingannato. Ma quante singolari circostanze a produrla!

Il cav. De Filippi ebbe occasione di osservare fecondate tutte le uova di una farfalla vergine; egli però non coltivò i bruchi che dovean nascere da queste uova. Il fatto adunque non è men vero quantunque ne sia difficilissima la spiegazione. Avrebbe mai una fecondazione potere anche sulla prole la quale esce già fecondata in grazia della fecondazione degli avi? Questo fatto, ammesso per alcuni insetti, si verifica costantemente nei gorgoglioni (gen. *Aphis*), di cui la femmina fecondata emette nell'autunno delle uova, dalle quali nella primavera si svolgono solamente femmine. Queste sono vivipare e danno origine ad altre femmine vive, che alla loro volta ne procreano altre (senza alcun concorso di maschio), e ciò per otto o nove generazioni consecutive, finchè nell'ultima generazione autunnale si producono femmine e maschi dal cui accoppiamento ottengono uova che non si svolgono se non dopo trascorso il verno. Però in queste femmine de' gorgoglioni non avvengono tutte le metamorfosi subite dal baco, ciò che aumenta, a mio credere, le difficoltà. Preferisco dunque a lasciare inesplicito il fatto piuttosto che moltiplicare le ipotesi, le quali se da un lato ingegnose, sono però dall'altro lontane dal vero ⁽¹⁾.

Femmine fecondate emettono anche uova infeconde. — Si osservò anche l'anormalità opposta a quella ora indicata: cioè tra le uova feconde deposte da una femmina fecondata, talvolta ne esistono di infeconde. Questo fatto è più facile a spiegarsi: giacchè per movimenti anormali delle varie parti dell'insetto può sospendersi lo scolo dello sperma nell'utero, e passar quindi qualche uovo senza

(1) Audebert assicura che la femmina di alcuni ragni produce uova per due ed anche per quattro anni dopo un solo accoppiamento.

Previranus racconta d'una femmina di *Sphinx ligustri* che egli trapassò d'un ago appena uscita dal bozzolo, la quale partorì uova che diedero larve robuste.

L'influenza d'un primo accoppiamento si manifesta anche nei mammiferi e nell'uomo. Haller ne' suoi *Éléments physiologiques* (Tom. VIII, p. 101) assicura che dal connubio d'un cavallo e d'una cavalla, la quale pel connubio antecedente con un asino abbia già partorito un mulo, il cavallino che ne esce risente delle forme asinine.

Una giumenta inglese accoppiatasi nel 1815 con una quagga produsse un mulo strisciato; fecondata poi nel 1817, 1818 e 1823 da stalloni arabi di puro sangue, partorì tre puledri bruni e macchiati press'a poco come il quagga. Si osservò nella specie umana che i figli del secondo letto somigliano frequentemente al primo sposo; e che talvolta i nepoti somigliano di preferenza agli avi che ai genitori. — Noi offriamo qui questi esempj non per spiegare il fatto, ma per mostrare che l'azione di lontane fecondazioni è a lungo sentita dalla madre.

essere tocco da seme. Potrebbe anche dipendere dal micropilo impervio: come pure non sarebbe improbabile il caso che in seguito a movimenti anormali il liquido delle ghiandole gommigene salisse incontro alle uova, e le involgesse avanti che il seme le tocchi; in allora il liquido fecondatore non sarebbe efficace.

Quantunque la natura abbia in tutta la serie zoologica con particolari cure assicurata la fecondazione delle uova, si hanno altri casi in cui l'elemento femminile sfugge all'elemento maschile, e la fecondazione fallisce; è perciò che vi suppli colla copia dei due elementi.

Dell'incrociamiento delle molteplici varietà offerte dal Bombyx mori. — Col congiungere individui di diverse varietà si ottennero dei risultati di qualche importanza che ora vengo ad esporre, e che mirano al miglioramento delle molte razze di bachi che si coltivano ne' diversi paesi. Le osservazioni più interessanti e degne di fede su tale argomento debbonsi al Commendatore Gregorio Fabbri, alle cui pubblicazioni (1) io rimando il lettore. Il distinto baconomo presentò all'Esposizione agricola di Torino dell'anno 1851 diecinueve varietà di bozzoli.

1.° *Assioma. L'influenza del maschio è prevalente.* — L'influenza del maschio pare maggiore sulla prole che non quello della femmina; ciò è provato dalla seguente esperienza, la quale dimostra inoltre che il maschio conserva fino agli ultimi momenti della copula una costante facoltà fecondatrice, e che sotto questo rapporto tutte le uova hanno il medesimo pregio.

Un maschio zebrato venne successivamente messo in copula con nove femmine della comune nostra varietà: queste deposero le uova che vennero tenute in disparte. La prole avuta da tutti i nove parti presentavasi per la massima parte zebrata (sebbene mista con bachi tutti bianchi come i comuni); e le uova partorite dalla femmina che fu per l'ultima unita al maschio, si svolsero con eguale alacrità e con eguale sviluppo di quelle partorite dalla femmina che per la prima avea ricevuto le carezze del maschio ancor vergine.

2.° *Assioma. I zebrati non sono meticci dei bianchi coi neri.* — Non saprei come possa aver avuta origine la varietà zebrata; primieramente mi venne in sospetto che potesse essere provenuta dalla unione di bachi bianchi con bachi neri; ma l'esperienza provò il contrario. Per quanta prole abbia ottenuto dall'unione di maschio bianco con femmina nera, o viceversa, non n'ebbi mai un sol baco che fosse zebrato. La varietà zebrata essendo poi costante, è forza riconoscere una causa più valida che quella d'un semplice incrociamiento nel quale intervenga una varietà come è appunto la nera.

(1) Fabbri Gregorio, *Intorno all'educazione comparativa dei bachi a tre mute con quelli di quattro*. Annali della Reale Accademia d'Agricoltura di Torino, Vol. IV. — Idem, *Memorie intorno agli Esperimenti comparativi*, cc. Annali suddetti, Vol. VI.

3.^o *Assioma. La varietà nera non si propaga con costanza.* — Misi in disparte dei bachi tutti neri che filarono egregiamente il loro bozzolo e svilupparonsi allo stato di farfalle. Con queste potei avere delle copule e della semiente, dalla quale nacquero bruchi ora misti bianchi e neri, ed ora perfino tutti *bianchi*. Già fino dal 1763 Boissier de Sauvage avea fatto quest'esperienza collo stesso esito. Questa varietà nera ritorna quindi con tutta facilità alla varietà tipica.

4.^o *Assioma. La farfalla è sempre identica per tutte le varietà.* — Le farfalle di qualsiasi varietà sono eguali tra loro; il solito colore, il solito disporsi delle macchie e delle linee nere sulle ali. Non potendosi riconoscere nella farfalla la sua provenienza, è d'uopo tener bene separate le varietà su cui si fanno gli esperimenti quando trovansi ancora allo stato di larva, altrimenti non se ne avrà alcun risultato.

5.^o I bachi a tre mute o *terzini* sarebbero, secondo il signor Fabbri, contro il sentimento dei più, e da noi già sopra esposto, non già una varietà, ma bensì una vera specie distinta che non si cambia nei *quartini* o bachi a quattro mute; anzi nell'incrociamiento prepondererebbero dopo i *terzini* i quali rimangono costanti. Altre volte i *terzini* erano più coltivati. Anche in China si distinguono dai *quartini*, e si coltivano in abbondanza. Per moltissime ragioni però, che qui non posso mentovare, il loro allevamento presso di noi non conviene.

Sul modo di ottenere le uova che debbono servire alle artificiali educazioni, e sempre nella mira di averle ottime, di migliorare la razza o di insegnare qualche cosa di nuovo, si proposero pratiche così bizzarre e tanto contrarie alle leggi fisiologiche, che appena se ne può fare un'idea. Nè io qui mi farò a ripetere tali pratiche il più delle volte contrarie ai dettami della natura. Gli educatori che dubitano di essere su di un falso cammino, ricorrono agli eccellenti manuali di Lambruschini, di Berti-Pichat, di Ciccone, di Balsamo-Crivelli, e vi troveranno moltissima dottrina e non poco vantaggio.

In natura la farfalla depone le uova sulle foglie di gelso a piccoli strati gli uni accanto agli altri. Nella pratica si fanno deporre le uova su pannolini che si conservano al fresco durante il verno. In China si obbligano le femmine a deporre le uova sopra cartoni, ed è ammirabile il modo con cui ottengono da quei pazienti Chinesi questi cartoni equabilmente coperti da uno strato non mai interrotto di uova. Si può essere certi che due cartoni di eguale superficie supporteranno un numero identico ed un identico peso di uova: non si sa immaginare come ciò si consegua da quei pazientissimi educatori.

CAPO TERZO.

FISIOLOGIA DELL' UOVO — EMBRIOGENIA.

(Tav. IV e IX.)

I numerosi risultati di cui va ogni giorno arricchendosi la questione della fecondazione e dello sviluppo dell'embrione nell'uovo, sia nei vertebrati, sia negli animali privi di scheletro, mi fanno assai titubante nello stendere questi cenni intorno al modo con cui si feconda l'uovo del baco e si sviluppa il suo embrione. La scienza versa per quest'argomento in un'epoca di transizione; nuove esperienze e nuove osservazioni, che non trascurerò di fare, vogliono essere eseguite sotto la scorta di nuove idee, ben differenti da quelle che finora diressero gli embriologi nel difficile loro aringo; nè parmi arrischiare troppo assicurando che molta luce ne verrà al misterioso argomento.

Mentre in Francia ed in Italia s'insegnano tuttavia le credute verità d'or son venti anni, in Inghilterra e in Germania sorse aspra lotta fra i più illustri fisiologi banditori di importantissime scoperte intorno alla fecondazione, interessanti anche perchè mostrano come spesso erri la mente umana, e come oggi debba riconoscere per vero ciò che jeri ripudiava come errore, fortunata se all'indomani potrà ancora vantarsi delle scoperte della vigilia.

Io volentieri afferro quest'occasione per mettere al corrente i miei connazionali intorno a questa importantissima questione, affinchè essi pure vi apportino le proprie osservazioni e ricalchino una via già sì gloriosamente battuta da Malpighi, Spallanzani e Ruseoni.

Quanto sono per esporre relativamente al baco devesi ritenere come appendice a quanto dissi qua e là intorno all'uovo ed alla fecondazione; emetterò le mie opinioni con somma peritanza, pronto ad una ritrattazione tostochè nuovi fatti accorran a dimostrarne la falsità; questo io debbo premettere anche perchè fu annunciata prossima la pubblicazione di un lavoro sullo stesso argomento, del dottor A. Maestri, lavoro che certamente corrisponderà alla già conosciuta valentia del distinto suo autore.

Io non ripeterò qui tutte quante le teorie che mano mano sorsero intorno alla fecondazione ed alla genesi dell'embrione, supponendole abbastanza note (1).

(1) Una netta ed estesa esposizione di tutte le teorie emesse intorno alla fecondazione ed alla generazione trovasi alla fine del secondo volume del *Traité de Physiologie* par F. A. Longet. Paris, 1850, in 8.º, avec fig. et planches.

Gli *ovisti* e gli *spermatisti* si disputarono a lungo il campo; da un lato i primi (Malpighi, Vallisnieri, Haller, Bonnet, Danbenton, E. Home, Needham ed altri) ritennero, quantunque in diverso modo, che poca o nessuna azione ha l'elemento maschile nell'atto fecondatore, e che tutto sta nell'uovo; dall'altro lato i secondi (Aristotele, Gautier, Andry, Gleuchen, ec.) attribuirono invece la massima azione agli spermatozoi, asserendo che sono essi che si modificano e si trasformano nel nuovo essere, che penetrano nell'uovo, ma vi pervengono soltanto per nutrirsi degli elementi forniti dalla femmina. A questo proposito sono celebri le osservazioni di Prévost e Dumas (1824) che sostennero lo spermatozoa costituire il sistema nervoso dell'embrione. Da ambo le parti si emisero le più singolari opinioni, da ambo le parti si fece della poesia e della favola da degradarne il più fecondo romanziere.

Mentre il campo era così diviso sorse Bischoff, il quale, ritenuta indispensabile l'azione degli spermatozoi, attribuì alla loro vibrazione quella forza dinamica, misteriosa, speciale per cui il vitello dell'uovo assume la proprietà di subire delle metamorfosi nei proprii elementi e di dare origine all'embrione. Un tal modo di considerare l'atto fecondativo, sebbene sostituisca una nuova incognita a quelle appunto che si volevano ricercare, fu accolto con favore dai fisiologi, e fino ad ora lo si insegnò anche fra di noi, siccome l'unico che meglio soddisfacesse a preferenza degli altri due. La fecondazione adunque consisterebbe in un *quid* particolare, in speciali vibrazioni, principio di moti più ampi, indotte dagli spermatozoi nell'uovo stesso; la quale opinione non discostasi molto da quelle di Harvey, d'Oslander e di Treviranus.

A questo punto erano le cose quando Barry (1) nel 1840 scoprì nella membrana vitellina di alcune uova una specie di fessura in cui stava annicchiato un filamento, che gli sembrò molto somigliante ad uno spermatozoa (*much resembling a spermatozoon*). Tre anni più tardi lo stesso fisiologo inglese (2) s'assicurò d'aver veduto nell'uovo del coniglio dei veri zoospermi. Questo annuncio doveva sorprendere: era un ritornare sulle pedate degli spermatisti già stigmatizzate dalla scienza: eppure tutto rimase ignorato in Europa, ed appena lo stesso Bischoff accenna d'averne conoscenza nelle speciali e successive sue osservazioni (1842-45-52).

Erano passati due anni dalla scoperta di Barry allorchando un altro Inglese, Nelson, annunciò che dopo l'accoppiamento dell'*Ascaris mystax*, gli

(1) Martin Barry, *Researches in Embryology*. Third series. *A contribution to the Physiology of Cells*. Phil. Trans., 1840.

(2) Martin Barry, *Spermatozoa observed within the Mammiferous ovum*. Phil. Trans., 1843.

spermatozoi entrano nell'ovidotto e s'insinuano nell'interno dell'uovo ora penetrandovi per tutta la superficie, ora, e di preferenza, per l'angolo troncato (*brocken edge*) che presentano le piramidali uova di questa specie (1).

Quasi contemporaneamente a Nelson, Newport fece pubblici due scritti (2), nel secondo de' quali apertamente sostiene, ed a non dubitarne più secondo lui, l'entrata degli spermatozoi nell'uovo delle rane, e tanto maggiormente vi dichiara questo fatto in tuono solenne, in quanto che nella prima pubblicazione lo aveva negato.

Il lettore si sarà accorto che fino a quest'epoca la nuova teoria non occupò che i fisiologi inglesi, e che mentre cominciava nella lontana Albione a venire accolta come una verità di fatto, nella restante Europa appena se ne aveva conoscenza.

La Germania fu la prima a destarsi: nel 1853, a Königsberg, sorse Keber (3), il quale pomposamente annunciò una nuova struttura nelle membrane delle uova delle anodonte e delle unio, per la quale la *membrana dell'albumina* collocata al disopra della *vitellina*, e sotto alla *corticale*, si aprirebbe all'esterno mediante un peduncolo cavo che attraversa di necessità la membrana corticale, e formerebbe un tubetto per cui gli spermatozoi penetrano nell'interno dell'uovo; esso dà il nome di *micropilo* a questo peduncolo pertugiato, nome che si vedrà, con significazione diversa, adottato attualmente dagli osservatori che schiarirono in appresso il difficile argomento. Narra Keber d'aver veduto le stesse cose nelle uova del coniglio sospese per un micropilo, e d'aver tenuto dietro per più settimane agli spermatozoi (che riconosceva al colore!) entrati nell'interno dell'uovo, ove vennero a stanziarsi per fecondarlo dopo aver perduta la loro appendice filiforme.

L'ampollosità dell'esposizione, la soverchia nettezza dei risultati, e fors'anche un troppo libero sfogo concesso all'immaginazione, resero diffidenti e severi i fisiologi tedeschi all'annuncio di tanta novità; ma ripetendo alla loro volta le osservazioni fatte, ebbero di mira la confutazione degli autori inglesi, piuttosto che l'opposizione alle teorie di Keber, come quelle che portavano l'impronta d'un soverchio ardimento.

(1) Henry Nelson, *The Reproduction of the Ascaris mystax*. Phil. Trans., 1852. Part. II.

(2) George Newport, *On the impregnation of the Ovum in the Amphibia*. Phil. Trans., 1851, e *On the impregnation of the Ovum in the Amphibia and on the Direct Agency of the Spermatozoon*. Phil. Trans., 1853. Part. II.

(3) Gott. Ferd. Keber, *Ueber den Eintritt der Samenzellen in das Ei. Ein Beitrage zur Physiologie der Zeugung*. Königsberg, 1853, 1 vol. in 4.º, con fig. e tav., e traduz. latina.

Bischoff in una confutazione forse troppo forte (1), si propose di dimostrare essere chimere quasi tutte le osservazioni del fisiologo di Königsberg, al quale, se anche traviato, rimarrà il merito d'aver diretto su quel campo gli studi de' suoi connazionali, onde s'arrivò al conseguimento d'una verità di cui non è più permesso dubitare. Bischoff nega a Nelson l'entrata degli spermatozoi nelle uova dell'*Ascaris mystax*, mostrandogli come altro non fossero quei corpi semoventi che conuli epiteliali vibratili dovuti alla superficie dell'ovidutto, e dei quali porge le figure (2); nè risparmia Newport, dichiarandosi contrario all'opinione che gli spermatozoi entrino nell'uovo de' batraci, come l'illustre Inglese aveva sostenuto. Vuole per verità il vedere come il celebre Berlinese precipitasse soverchiamente il suo giudizio; tanto più che in nome di quell'onestà che in lui tutti conoscono e che dovrebbe trovarsi in quanti l'amore della verità spinge a studiar la natura, lo vediamo nell'istess'anno (3) riederarsi dell'errore, e proclamare giuste tanto le osservazioni di Nelson quanto quelle di Newport, assicurando come, mediante precise osservazioni fatte con Leuckart, si fosse persuaso che nell'atto fecondativo entrano gli spermatozoi nell'uovo dei rettili e dei mammiferi. Nega peraltro la presenza d'un micropilo, ammettendo entrare gli spermatozoi nell'interno dell'uovo ed attraversarne gli strati che lo circondano col mezzo dei loro movimenti.

Da questo momento in poi il micropilo prese un significato speciale; provato falso il peduncolo cavo di Keber, il micropilo divenne quella qualsiasi apertura che dà adito agli spermatozoi. Un'apertura corrispondente era già stata indicata nelle uova dei radiati e dei vermi dai due Müller (1850-51-52), e prima ancora da Løven (1848) in quelle di alcuni generi di acefali marini; ma tale scoperta era rimasta infeconda.

Con questi lavori si arriva alle bellissime osservazioni di Meissner sullo sviluppo del *Mermis albicans* (4), nelle quali, oltre al mettere in evidenza in

(1) Th. L. Bischoff, *Widerlegung des von D.^r Keber bei den Najaden, und doct. Nelson bei den Ascariden behaupteten Eindringens der Spermatozoiden in das Ei*. Giessen. Op. in 4.^o, mit einer taf.

Leuckart (*Zusatz zu Bischoff's Widerlegung*. Giessen, 1855) dimostra che il micropilo da Keber trovato nelle uova delle anodonte non è che un peduncolo con cui stanno per qualche tempo unite allo stroma dell'ovario.

(2) Bischoff, opera cit., fig. 12 e 13.

(3) Th. L. Bischoff, *Bestätigung von D.^r Newport bei den Batrachiern und D.^r Barry bei den Kaminchen behaupteten Eindringens der Spermatozoiden in das Ei*. Giessen, 1855.

(4) Georg Meissner, *Beiträge zur Anatomie und Physiologie von Mermis albicans*. *Zeitschrift der wissensch. Zool.* 1853, Band. V, S. 207, taf. XI-XV.

modo maraviglioso l'analogia tra gli organi genitali del maschio e quelli della femmina, e l'identità di sviluppo proprio alle uova ed alle cellule spermatofores, narra l'autore d'aver veduto la comunicazione tra l'esterno dell'uovo e l'interno, ed esistere un micropilo nelle uova del *Mermis*, come già era stato veduto nelle uova d'altre specie da Leuckart, da Müller e da Keber. La quale presenza d'un micropilo e l'entrata assoluta de' spermatozoi nell'interno dell'uovo fu riconfermata dallo stesso Meissner in un apposito scritto (1), nella cui prima parte forma soggetto delle sue osservazioni le uova dell'*Ascaris mystax* di preferenza, non che quelle d'altre specie di questo genere e d'altre appartenenti ai lombrici ed agli strongili. In questo suo lavoro dichiara essersi assicurato dell'entrata degli zoospermi nell'uovo non per la superficie tutta, ma bensì per un'apertura speciale, un micropilo limitato. Il che è confermato per le osservazioni contenute nella seconda parte che vertono sugli insetti, e di cui parleremo più tardi. Le premesse osservazioni avranno indotto nella mente del lettore la possibilità di qualche generalizzazione, onde sospettare che l'entrata nell'uovo degli spermatozoi possa costituire una legge generale, essendo quasi verificato il fatto in tutte le principali divisioni della serie zoologica.

La seconda parte dello scritto di Meissner ed il recentissimo lavoro di Leuckart (2) contengono le osservazioni che maggiormente ci interessano, come più intimamente legate al nostro argomento. Secondo gli autori citati, la fecondazione nelle uova accade nell'ovidotto là ove s'incontrano lo sperma proveniente dalla borsa copulatrice e le uova discendenti dall'ovario; onde penetrare nel vitello gli spermatozoi sono obbligati, nel momento del contatto, ad attraversare un'apertura od un micropilo scolpito negl'involuppi dell'uovo, che si distingue dal restante del guscio per essere circondato da ornamenti particolari. Questo micropilo fu precisamente indicato da Meissner in sei generi distinti d'insetti tolti tra i coleotteri, i lepidotteri ed i ditteri; tuttavia, già da altri autori era stato osservato, sia una particolarità della superficie dell'uovo, sia una singolarità di struttura in qualche parte del corion; eppure nessuno aveva attribuito alle medesime il significato importante che ora fu messo in evidenza.

Per tacere di Swammerdam e di Roesel, dirò solo che già nei primi tre volumi di J. Christ. Sepp (3) sono figurate molte uova di lepidotteri, un polo dei

(1) G. Meissner, *Beobachtungen über das Eindringen der Samenelemente in den Dotter.* — *Zeitschrift für wissensch. Zool.*, sept. 1854 (1.^a part., pag. 208, tav. VI-VII; 2.^a part., pag. 272, tav. IX).

(2) Leuckart, *Ueber die Micropyle und den feinen Bau der Schalenhaut bei den Insecteneiern.* Müller's Arch., Februar. 1853, Taf. VII-XI, S. 90.

(3) J. C. Sepp, *Beschouwing etc. of Neederlandische insecten.* Amsterdam, 1762.

quali offre delle particolarità di forma e di disegno; Réaumur (1), De Geer (2), Léon Dufour (3), Kirby e Spence (4), Herold (5), Ratzeburg (6) ed altri andarono successivamente indicando il micropilo dell'uovo di molti insetti appartenenti a quasi tutti gli ordini di questa classe. Debbo menzionare di preferenza le osservazioni di Herold che vertono sulla *Pieris brassicae* e quelle di Ratzeburg che ebbero per soggetto quelle del *Papilio crataegi*, del *P. polychloros* e della *Noctua piniperda*.

Nelle uova poi di molti insetti, se non un micropilo distinto, furono ad un loro polo indicate delle appendici disposte in numeri pari o in circolo, fra mezzo alle quali è probabilissima cosa che esista un micropilo; fra le altre devono ricordarsi le uova delle *Nepe*, delle *Ranatre*, degli *Ophion*, delle *Psylle*, delle *Xiphydrie*, ec., che perciò meriterebbero un nuovo esame.

A tutte le specie d'insetti nelle quali indirettamente è da supporre un micropilo, si debbono aggiungere quelle in cui Meissner ebbe a trovarlo con osservazione facile a ripetersi. Il micropilo trovasi per lo più al centro di qualche elegante disegno che orna l'estremità anteriore dell'uovo; ed in alcune di queste stesse specie egli potè vedere gli spermatozoi nell'interno stesso dell'uovo; Meissner osservò il micropilo nei generi seguenti:

Coleotteri	Imenotteri	Neurotteri	Lepidotteri	Ditteri
Lampyris	Tenthredo	Agrion	Adela	Musea
Elater	Polistes	Panorpa	Pyrale	Tipula
Telephorus	Spathius		Tortrix	Culex
			Euprepia	
			Liparis	
			Pieris	

Noteremo di passaggio che il micropilo dei lepidotteri notturni s'avvicina assai, come si vedrà fra poco, a quello del *Bombyx* e delle *Saturnie* da me esaminate.

Per ultimo io citerò, siccome importantissimo al caso nostro, il bel lavoro

(1) Réaumur. Op. cit., Tom. II, Mem. 2, pl. 3.

(2) De Geer, *Mém. pour servir à l'hist. des Insectes*. Tom. I, pl. 17, 18, 35; Tav. III, pl. 17.

(3) Léon Dufour, *Recherches sur les hémiptères*. Un vol. in 4.º, fig. 160, 165, 166, 173, 174, 175, ec.

(4) W. Kirby and W. Spence, *An introduction to Entomology*, etc., trad. ted. fatta da Otien, vol. 3.º, tav. XX, fig. 3-15, 18.

(5) Herold, *Disquisitiones de animalium vertebris carentium in ovo evolutione*. 1835-38. Tab. XII, fig. 3, 5, 6.

(6) Ratzeburg, *Die Forsteninsekten*. B. II, Taf. II, fig. 1 e 2; Taf. X, fig. 4.

di Leuckart pubblicato nel corrente anno (1). In esso l'illustre professore di Giessen tratta estesamente l'argomento e descrive l'apparato del micropilo osservato nelle uova di molte specie d'insetti (2), apparato che mentre componesi sempre di meati esilissimi o piccole aperture destinate all'entrata del liquido fecondatore per metterlo a contatto col contenuto dell'uovo, pure può offrire la massima varietà in quanto al numero, alla disposizione, alla forma ed alla costituzione delle parti che lo compongono. Il guscio è talvolta tutto poroso e sparso di microscopici canaletti per cui ponno penetrare gli spermatozoi, i quali, secondo Leuckart, possono arrivare al vitello in triplice modo: o mediante canaletti del corion, o mediante i micropili, o per la superficie tutta della membrana vitellina quando l'incontro loro coll'uovo abbia luogo prima che questo sia coperto dal guscio, il quale allora non offre micropilo speciale.

Pare cosa certa che il contenuto dell'uovo abbia bisogno a tempo debito di venire in contatto coll'aria, ed alcune esperienze del canonico Bellani e d'altri (3) avrebbero provato un leggero assorbimento di ossigeno e l'emissione di gas acido carbonico. A questo scopo sembrano destinate le fessure e i canali del guscio; — il micropilo serve di preferenza pel contatto del seme. — Leuckart, in appoggio alle sue osservazioni, dichiara solennemente: « Vi hanno insetti le cui uova allo scopo della fecondazione sono provvedute d'un micropilo (4). »

Aggiungerò ancora per incidenza che Müller, Vogt e più recentemente Lereboullet fecero conoscere una struttura tutta a canali della membrana esterna dell'uovo d'alcuni pesci, per cui anche questa classe di vertebrati non farebbe eccezione alla regola sopra enunciata, in quella guisa che il *Gammarus pulex*, il cui uovo ha un micropilo, farebbe ritrovare la stessa organizzazione anche negli articolati branchiferi.

L'apparato del micropilo osservato in molte specie di lepidotteri offre una grande analogia, mostrandosi sempre composto di uno o più (2 a 6) forellini esilissimi collocati al centro di una stella o rosetta, formata da cellule speciali del guscio. Una tale struttura era già stata veduta da Leuckart e da altri

(1) Lud. Leuckart, *Ueber die Micropyle und den feinem Bau der Schalenhaut bei den Insekteneiern*. Müller's Archiv, 1855, Febr. und Juli, mit 3 kplt.

(2) Sono circa 180 le specie studiate appartenenti a tutti gli ordini d'insetti: cioè 26 spettanti ai ditteri; 34 agli emitteri; 48 ai lepidotteri; 14 ai neurotteri; 18 agli ortotteri; altrettanti ai coleotteri, ed 8 agli imenotteri.

(3) Si consultino le esperienze di Michelotti sull'uovo della *Liparis dispar*, ec., C. II. Pfaff und J. Friedländer franz. Annalen. Hamburg, 1802, heft. 4.º, s. 48.

(4) *Es gibt Insekten, deren Eier zum Zwecke der Befruchtung mit einer Mikropyle versehen sind*. Leuckart, Memoria cit., pag. 94.

nelle uova delle farfalle, e sospettata come analoga al micropilo delle uova delle Oloturie destinato alla fecondazione (1).

Venendo ora alle uova del bombice del gelso, debbo anzi tutto notare che esso pure presenta l'apparato del micropilo. Il Bellani nel 1833 (2) annunciò la presenza d'un forellino (*stigma*) nelle uova del baco da seta; la quale osservazione egli ripubblicò negli anni 1835, 1842 e 1843. Sforzandosi di spiegarne l'ufficio, egli suppose che servisse: 1.º di punto d'attacco dell'uovo nell'ovaja; 2.º di canale per l'aria, affinchè respiri il germe e l'embrione; 3.º di punto di partenza del bacolino nel corrodere il guscio quand' esce dall'uovo. La prima di queste supposizioni è affatto erronea; d'altra parte il distinto fisico trascura il principale ufficio del micropilo, quello cioè di dar passaggio agli elementi vibratili del fluido fecondatore.

L'estremità anteriore dell'uovo del baco (quella che nell'ovidotto tuttora in posto guarda verso il capo dell'insetto) offre, non nel suo punto più culminante, ma da un lato dell'estremità del grand'asse (3), un tuberoletto *c* (fig. 115 *ter*, Tav. IX) visibile anche ad occhio nudo, posto al centro d'una piccola fossetta, e già notato da Malpighi: questo tuberoletto è appunto il micropilo in discorso. Su tutto il restante del guscio non si vede nulla di analogo, e neppure all'estremità posteriore, su quella cioè che appare per la prima alla luce mentre l'uovo è depresso.

La superficie esterna del corion è finamente granulata, ciò che dà un aspetto particolare all'uovo. Veduto al microscopio questo guscio rigido e trasparente, se ne ammira la fina struttura e si comprende come l'aspetto granuloso sia prodotto da tante esilissime striature o piccolissimi rialzi disposti in svariatissime direzioni, le quali circoscrivono piccolissime aree di circa $\frac{1}{460}'''$ di superficie. Simile struttura però, generale al guscio, è propria di preferenza alle parti periferiche dell'uovo, mentre differisce nelle parti centrali delle due facce leggermente concave *d* (fig. 115 *ter* A, Tav. IX). Le lineette salienti sono qui più avviluppate, in gruppetti di circa $\frac{1}{80}'''$, ognuno dei quali consta di un diverso numero di aree, dalla cui periferia s'innalza obliqua una breve asticina, che ad un forte ingrandimento mostrasi pertugiata all'estremità, quasi fosse un esilissimo tubetto. Tutte queste asticine, o canaletti, il cui ufficio io ritengo esser

(1) Leuckart. Art. *Zeugung* in Wagner's Handwörterbuch der Physiologie, ec. Vol. IV, pag. 906.

(2) *Annali Universali d'Agricoltura*. Milano, 1833, Vol. XVI, p. 300. — *Idem*, 1842, p. 134. — *Giornale Agrario Lombardo-Veneto*, 1835. Vol. III, pag. 203. — *Idem*, 1843, pag. 16.

(3) Giace quindi nel centro superiore di chitinizzazione che abbiamo notato nell'uovo, al momento che il guscio si forma, cioè della piccola calotta *B, B' B'' B'''*, fig. 112 *bis*, Tav. IX, che, come ho appunto notato, sta obliqua sul grand'asse dell'uovo.

quello di far penetrare l'aria sino alla superficie del vitello, sono rivolte nel medesimo senso e in direzione parallela; la loro lunghezza è di $\frac{1}{150}'''$. Quando il corion si forma, si vedono quei gruppi di aeree striate, superiormente descritte, ancor più isolate (fig. 115 *bis*, B, Tav. IX), ma tosto si fondono insieme. Si osservano anche nel centro di alcune aree dei punti che sembrano presentare l'aspetto di pori, ossia l'estremità esterna di canaletti che attraversano lo spessore del guscio. La superficie interna del corion, quantunque più liscia, offre tuttavia egualmente delle leggiere granulazioni.

Ho già detto che il micropilo trovasi all'estremità anteriore dell'uovo (fig. 59 *bis*, Tav. IV). La sua grossezza è di $\frac{1}{16}'''$ e si compone di 4 esili forellini che sono l'orifizio di altrettanti canaletti che trapassano il corion. Leuckart avverte che la loro brevità appena permette di chiamarli canali, e quindi più che altro ponno considerarsi come semplici fori. Lo stesso autore ne descrive però tre soli, e tre soli ne figura (1). A me più volte apparvero quattro, e, come si vedrà tra poco, questo numero è conforme alla distribuzione degli oggetti che contornano i micropili; giacchè attorno ad essi sta una doppia rosetta *a, b* (fig. 59 *bis*, Tav. IV) formata dei rialzi che ho notato nel guscio, e che qui prendono la forma di fogliette disposte circolarmente, quasi altrettanti contorni di cellule filliformi. La figura da me delineata, che differisce da quella di Leuckart per le dimensioni, la forma e il numero delle fogliette, mi sembra la più conforme alla verità (2). Quando la rosa presentasi perfetta, io contai dodici di queste fogliette aggruppate a tre a tre, per cui tutta la rosa è come divisa in quattro campi principali, il cui angolo interno corrispondente al centro, porta il micropilo. Le fogliette sono allungate e rotondette alla periferia; non vi ha sempre però un' assoluta precisione e simmetria. Attorno al primo cerchio di foglioline se ne trova un secondo *b* (fig. 59 *bis*, Tav. IV) il cui numero talvolta corrisponde alla serie centrale, tal'altra è maggiore. In giro a questa duplice rosetta dei micropili, il guscio è più sottile e i disegni meno distinti che nelle restanti parti di tutto l'uovo, sicchè vi si forma attorno una specie di aureola *c*, che essendo più debole, si presta meglio ad essere rosicchiata dal bacolino quando sbuccia. Le aperture del micropilo talvolta sono assai patenti: e quantunque io non sia mai riuscito a veder precisamente impegnato frammezzo a loro qualche

(1) Leuckart., opera cit., pag. 177, Tav. III (IX), fig. 7.

(2) Debbo qui avvisare il lettore che i micropili veduti al microscopio ora si disegnano in chiaro ed ora come quattro punti oscuri, il qual modo d'apparire io lo ritengo prodotto dal glutine che li ottura, e che riveste l'uovo dopo ch'ebbe luogo la fecondazione e che i micropili già prestarono il loro ufficio. Opino ancora che i piccolissimi e vicinissimi forellini del micropilo del bombice possano fondersi e talvolta presentare un unico foro, come da molti si disse.

spermatozoa (1), pure ritengo che questi vibranti filamenti possano per essi entrare e penetrare nel vitello.

In alcune altre specie di lepidotteri notturni mi fu dato vedere il micropilo, e precisamente nella *Saturnia Pernyi* Guér., nella *S. Cynthia* e nella comune pavonia (*S. major*), le cui uova colorate esternamente in bruno, debbono essere pulite prima d'assoggettarle all'osservazione. Un solo foro vidi nella pavonia, circondato da otto fogliette, fra le quali, in vicinanza al centro, esistono otto raggi oscuri corrispondenti alla commessura delle foglie stesse: quest'ultime sono poco palesi alla loro periferia. Il guscio in corrispondenza del micropilo è depresso, assottigliato e più trasparente.

Un micropilo, secondo la recente teoria della fecondazione, era più che necessario nelle uova che si vestono d'un guscio duro prima di venire in contatto collo sperma, chè altrimenti sarebbe assai malagevole formarsi un'idea del modo con cui il liquido fecondante potrebbe agire sul vitello attraverso ad uno strato corneo e insensibile. — È per ciò che l'involuppo coriaceo dell'uovo degl'insetti non corrisponde punto, come a lungo si credette, sia al corion delle uova dei mammiferi, sia al guscio delle uova degli uccelli, i quali involucri si formano dopo la fecondazione, e quindi ell'è cosa affatto naturale che non presentino micropilo di sorta. Al contrario la zona pellucida delle uova dei mammiferi, la membrana vitellina di quella degli uccelli, la membrana serziata delle uova dei pesci, l'involuppo cristallino delle uova delle oluturie, la membrana corticale dell'uovo delle najadi, la vitellina dell'uovo dei mermis e degli ascari, del pari che l'involucro ehitinoso delle uova degl'insetti e dei crostacei, le quali membrane tutte esistono avanti la fecondazione, debbono presentare un micropilo, come appunto lo presentano le specie fino ad ora osservate e che abbiamo più sopra citate, e tanto più lo presenteranno quelle che per la loro durezza non lasciansi penetrare dal fluido fecondante. Tutte queste membrane sono tra loro un equivalente anatomico che a buon diritto si potrebbe chiamare la *membrana a micropilo*. — Operata poi la fecondazione, l'apertura si restringe assai, probabilmente per un semplice fenomeno fisico di essiccamento; ond'è che nelle uova già fecondate e deposte, gli elementi dell'uovo, ricchi di tutto quanto è necessario per lo sviluppo del germe, possono essere isolati dal mondo esterno da cui non debbono più ricevere materia.

(1) Leuckart assicura aver veduto entrare gli spermatozoi pei fori dei micropili in alcuni lepidotteri notturni affini al bombice: *Zur völligen Bestätigung meiner Angaben kann ich ferner auch noch hinzufügen, dass ich bei Gastropacha quercus, Euprepia Caja und Acidalia brumata das Einschlüpfen der Samenfüden durch die Micropylkanäle direct beobachten konnte.* Mem. cit., pag. 167.

Le uova di mano in mano che discendono nell'ovidotto del bombice del gelso presentano la loro estremità bucherellata all'azione dello sperma, il quale, dal canto suo vi viene di tempo in tempo spinto dalla borsa copulatrice. Tolti i giusti rapporti, il seme non può più penetrare. — Se i due elementi forniti dal maschio e dalla femmina non sono più sotto a quella normale pressione che esercitano su di essi le pareti dei tubi in cui sono contenute, se il contatto non è immediato, se il micropilo è chiuso per qualsiasi causa, la fecondazione non avrà luogo: — ecco le cause dei falliti tentativi di fecondazione.

Accaduta la fecondazione, gli elementi che componevano l'uovo (pag. 459) avanti il contatto col seme spariscono, non trovandosi più nè l'aureola vitellina che circonda la vescicola germinativa, nè le vescicole vitelline già descritte e figurate (fig. 115, 118, 419, 420, Tavola IX). Il contenuto dell'uovo nel momento della sua deposizione si risolve nell'albumine e nei globuli del vitello, sferici, di particolare struttura e fragilissimi (fig. 420 *bis*, Tav. IX) che nell'osservazione microscopica mostransi parte aggruppati e parte isolati. Io non giunsi mai a scorgere, anche dopo la fecondazione, traccia alcuna degli spermatozoi riconoscibili in qualche corpo particolare, che potessi ritenere con fondamento quale metamorfosi degli elementi fecondatori. La circostanza sfavorevole della durezza e dell'opacità del corion nelle uova del baco, che non può essere spaccato senza qualche guasto e spostamento dell'umore contenuto, e l'altra pure che non permette d'osservare il vitello in uovo intatto, possono essere causa della già alterata costituzione molecolare di alcuni degli elementi del vitello stesso. Un uovo recente consta adunque dell'albumine e dei globuli vitellini. Questi globuli o sfere vitelline compongonsi di granuli vitellini, che ne formano la periferia, e che facilmente si allontanano per la poca aderenza che esiste fra loro, facendo perdere ogni forma ai globuli stessi, i quali per tal modo si dissolvono assai presto. Talvolta vedonsi dei globuli rotti ed alterati in una loro parte, mentre sono ancora perfetti nell'altra.

Scorso un giorno dal parto, la composizione del vitello non è più così semplice; alcune delle sfere vitelline modificandosi, e forse fondendosi, danno luogo a piccole masse o fiocchi che stanno sospesi nel vitello, i quali mostransi composti dei granuli *e, e*, diversamente riuniti (fig. 428 *bis*, Tav. IX). Contemporaneamente a questa modificazione l'uovo incomincia a deprimersi nel centro delle facce, le quali da leggermente convesse si fanno piane e concave (fig. 445 *ter*, Tav. IX), mediante una depressione che in due giorni arriva al massimo e rimane poi stazionaria per tutta la fredda stagione. Se l'uovo non è fecondato, la depressione invece continua finchè l'uovo si essicca totalmente.

Nel secondo giorno dalla deposizione l'uovo cambia colore. Tale cambiamento è dovuto alla formazione d'una membranella particolare, di colore violetto, la quale si estende al di sotto del corion. Esso colore traspare dal guscio che, bianco e diafano, modifica il violetto della membrana sottoposta e fa che l'uovo appaja d'una tinta cinericcio-vinata.

Questa membranella, detta *plexo reticolare* da taluni, e già notata da Malpighi, comincia al polo posteriore dell'uovo e invade la superficie del vitello, portandosi verso l'anteriore. Veduta al microscopio presentasi composta di regolarissime ed ampie cellule (fig. 114 bis), che per la mutua compressione finiscono coll' avere una forma poliedrica (per lo più esagona) regolare. Il nucleo centrale è ampio, meno colorato e assai più resistente delle pareti della cellula. E ciò devo avvertire perchè se, messa al microscopio, viene stirata o mal disposta, può offrire delle apparenze assai diverse. Io non giunsi a scorgerne propaggine alcuna di questa membrana verso il micropilo.

Il colore cinericcio-vinato, che vien ritenuto generalmente come indizio certo dell'avvenuta fecondazione, è piuttosto un non dubbio segnale della facoltà di sviluppo dell'uovo, in quanto che mutano colore quelle uova che schiudonsi, quantunque provenienti da farfalle infeconde, come ho già avvertito (1).

Il quinto dì dal parto il contenuto dell'uovo è più complicato; alla produzione de' nuovi elementi concorrono que' fiocchi di cui ho indicato più sopra la presenza. Le masse vitelline assumono la forma di grossi globuli, che sembrano formati da tante sferette vitelline riunite ad otto, a dieci, con un centro più oscuro *a* (fig. 113 bis, Tav. IX), le quali sono più o meno avvicinate fra loro; talora sul vetro del microscopio se ne osservano di isolate (*h, h*). La costituzione di questi nuovi elementi è importante, giacchè è dal loro sfacimento che ha origine l'embrione. In *f, f, i* vedonsi le sfere vitelline aggruppate diversamente: oltre alle masse vitelline si osservano poi dei globuli maggiori *c, e*, che partecipano alquanto della natura grassa, nonchè alcuni piccoli ammassi composti assolutamente di globuli grassosi, come veggonsi figurati in *b, b*. Non sono ancora fatto certo dall'osservazione se queste masse di globuli grassi esistono nel vitello dell'uovo non fecondato. Non potrebbero essi dipendere da una metamorfosi dei zoospermi (2)?

(1) A questo proposito si potrebbe quasi assicurare che in tali uova essendosi verificato ed il mutamento del colore e lo sviluppo del baeolino, esse fossero state feconde, e che l'infecondità della madre vergine non fosse che apparente. In questo caso la questione è circoscritta al come farfalle vergini possano trovarsi feconde.

(2) Meissner nelle sue osservazioni sull'*Ascaris mystax* vide palesamente i corpuscoli vibranti del seme trasformati nell'interno dell'uovo in cellule adipose. Opera cit., Tav. VI, fig. 6.

Nel sesto giorno circa dalla deposizione ha luogo la prima comparsa dell'embrione *e* (fig. 113 *bis*) che giace nel centro dell'uovo; esso si presenta sotto la forma d'un corpo tenuissimo, trasparente, che occupa uno spazio chiaro, e sta prima diritto, poi avvolto quasi a cerchio e circondato dalle sfere vitelline, le quali, a mio credere, lo alimentano colla loro propria materia. In principio il suo contorno è formato solo dal limite delle sfere vitelline e dopo da un'esilissima membrana granulosa, attraverso la quale passa la sostanza vitellina; è trasparente ed estremamente fragile. Il corpo del germe è vermiforme, con una estremità ingrossata, corrispondente al polo anteriore micropilifero, e destinata a costituire il capo del futuro baelino *e* (fig. 115 *bis*).

Nel settimo giorno circa dalla deposizione dell'uovo, il suo aspetto cangia esternamente, il colore si fa più nericcio; alcune varietà di semente diventano verdicce. In questo stato l'uovo passa l'inverno; solamente il feto va disegnandosi maggiormente, ed a mezzo il verno si presenta come un vermicciuolo bianco *A* (fig. 119 *bis*, Tav. IX), con un'estremità tondeggianti e più voluminosa, corrispondente al capo, e col restante del corpo presentante le tracce d'una segmentazione in dodici anellini. I primi tre (1, 2, 3, fig. 119 *bis*) offrono più grossi, ciascuno con un'appendice ai lati, corrispondenti alle zampe vere. Gli altri anelli (4-12) vanno diminuendo in grossezza (1).

Esternamente le uova durante l'inverno vedonsi col microscopio macchiettate di punti neri, dapprima rari, poi più frequenti e confluenti. Questi punti neri corrispondono al pigmento violetto della sottoposta membrana; un tal colore si raggruppa su punti distinti e traspare dal guscio.

Io non seguirò giorno per giorno lo sviluppo dell'embrione dopo la incubazione, ciò che richiederebbe l'aggiunta di molte altre figure, già per avventura soverchie nella presente Monografia. L'egregio signor dott. Maestri espone già alla pubblica vista delle belle preparazioni raffiguranti questo sviluppo, che riceveranno estesa spiegazione dall'opera che si attende da lui prossimamente. Sotto l'influenza della nuova teoria occorrono moltissime osservazioni che si possono fare soltanto allora che se ne presenta l'opportunità. Poche parole quindi basteranno a completare questi cenni.

Passato il verno, l'embrione ai primi calori riprende nuova vita; le sue parti cominciano ad organizzarsi. Le cellule che costituiscono il suo limite, sono quelle che danno origine alla sua cute e che lasceranno passare gli elementi

(1) A questo proposito si osservino le sempre pregiate osservazioni di Moriz Herold: *Excitationes de animalium vertebris carentium in ovo formatione*. Partes II. Marburgi, 1824, in fol., Tab. VI et VII.

necessarii allo sviluppo delle sue parti interne. Gli elementi però entrano non già sotto la forma globulare, o di sfere intatte; i globuli della superficie sono in continua metamorfosi e non forniscono che i proprii materiali; è in questi che nelle prime tre o quattro giornate d'incubazione cominciansi a vedere le vestigia dell'intestino; dopo, continuando l'azione del calore e dell'aria, si tracciano tutte le trachee che nei primi tempi pajono immerse in materiali non ancora foggiate, ed ai quali cominciano a recar aria, affinchè sotto il *vis formativus* delle parti, possano desse organizzarsi. Tutti i sistemi cutaneo, digestivo, respiratorio camminano poi di pari passo e sviluppansi rapidamente in proporzione del calore che ricevono. Alla settima giornata d'incubazione appajono gli organi setiferi. Il sistema nervoso a poco a poco appare distinto, intanto che il capo colle sue appendici cornee si fa pure assai palese e s'indurisce. È questa la prima parte che entra in funzione dalla rottura del guscio in avanti.

Per tutto questo svolgimento il germe e l'embrione hanno bisogno di assorbire ossigeno, sebbene in poca quantità; più brevemente, hanno bisogno di respirare nel lato senso di questa parola. L'obiezione che le uova fecondate e inverniciate si svolgono, non prova che l'accesso dell'aria sia stato impedito. Ungendo d'olio le uova, e specialmente il micropilo, il germe muore: immerse nel mercurio fecondate ma appena deposte, non mutano il colore, nè si svolgono, sebbene rimangano turgide per l'impedita evaporazione (1).

Ordinariamente per l'educazione del baco si ricorre alla covatura artificiale nello scopo di ovviare agli inconvenienti cui si va incontro coll'abbandonare lo schiudimento delle uova al calor naturale. Molte sono le pratiche usate per disporre le uova alla covatura od incubazione, quale più quale meno vantaggiosa; ma di esse non terrò parola perchè estranee al mio argomento. L'incubazione comincia a circa 17 gradi centigradi (14° R.), progredendo fino ai 25 gradi centigradi (20° R.). Dopo dieci o dodici giorni i bacolini cominciano a sbucciare dal guscio; il color delle uova si fa più chiaro e biancastro; il piccolo verme vedesi attraverso il guscio. I primi bacolini che compajono chiamansi *foroni*.

L'embrione ha dunque bisogno, oltre che dell'aria, di un dato tempo alla sua

(1) In alcuni casi (ciò che però io non potei riconoscere ancora nelle uova del baco) la membrana collocata sotto il guscio si organizza con trachee aeree che partono dall'apertura dell'inviluppo corneo, ossia dal micropilo. Questo è quanto Suckow (*Anatomisch-physiologische Untersuchungen der Insekten und Krustenthiere*. 4 Bdes, 1 Heft, mit 11 Kptf. Heildeberg, 1818, in 4.º) riconobbe nelle uova del *Bombyx pini* che Carus riportò nella sua opera e nel suo atlante. (Carus, *Traité élémentaire d'anatomie comparée*. Bruxelles, 1838, 2 vol. in 4.º, avec atlas, p. 450. Tav. VII, fig. XXXIX.)

formazione e di una data quantità complessiva di calore; è più facile ritardare il suo sviluppo che accelerarlo; ecco il perchè non si riesce mai, tranne poche eccezioni, a far nascere nell'autunno le uova deposte nello stesso anno. Da qualche anno il signor Marelli di Como annunziò essere capace di far nascere a sua volontà le uova anche nell'istess'anno della loro deposizione. Gli sperimenti fatti alla presenza d'alcuni testimonii farebbero credere esser vero l'asserto. Egli fa un segreto del suo processo, che importerebbe moltissimo venisse fatto di pubblica ragione; chè al lato scientifico e fisiologico il fatto sarebbe d'un interesse grandissimo. Quello che ora pare certo si è, che non occorrono tutti gli interi otto mesi, come si sostenne fino ad ora, per lo sviluppo dell'embrione. Le modificazioni principali che subisce il germe, pare si compiano colla fine del dicembre e nel gennajo. Sarebbero queste le modificazioni che il semplice calore non sarebbe sufficiente a determinare, e che ora il signor Marelli sarebbe capace di provocare. Da quest'epoca il calore basta a compire lo sviluppo dell'embrione. Mettendo, dal gennajo in avanti, ogni otto giorni delle uova in incubazione, anche dalle prime porzioni si otterrà lo svolgimento di molti bruchi, quantunque non si possa negare che se ne svolgeranno in assai maggior quantità, e molto più presto, da quelle che vi furono collocate più tardi. Ciò darebbe una spiegazione del come i Chinesi possano fare parecchie coltivazioni del nostro baco nel corso di un anno. Quante cose restano ancora a conoscersi intorno all'embrione ed alla sua vita!

Nel comun caso non vi sono che alcune uova le quali danno qualche bacheruzzolo nell'estate istesso in cui furono deposte. La semente va quindi conservata durante il verno, al quale scopo bastano le condizioni seguenti: temperatura non eccessivamente fredda (1); secchezza dell'aria nella località in cui vien collocata.

Il danno che sentono le uova conservate in recipienti affatto chiusi risulta di preferenza dall'umidità, la quale è facile là ove l'aria non si rinnova piuttosto che dalla mancanza dell'aria. Sebbene la respirazione, quale la si intende per gli animali sviluppati, non accada nel germe, che è ancor privo degli organi relativi, tuttavia vedemmo ch'esso abbisogna d'uno scambio di principii che una perfetta privazione d'aria riesce ad impedire, per cui ne conseguita la morte dell'uovo. Però nei recipienti ove si conservano da taluni le uova stanza sufficiente quantità d'aria, ed il chiudere ermeticamente i vasi non è tanto pericoloso per la mancanza d'aria quanto per l'umidità che sviluppandosi genera delle muffe sulla loro superficie. Se le uova debbono schiudersi alla primavera, come succede ordinariamente, basta riporle in qualche sito fresco durante

(1) Secondo il Bellani, le uova del baco non sopportano una temperatura minore di — 8 gradi.

i primi tepori della primavera; che se si volessero conservare per le coltivazioni autunnali, come si praticò con successo dal De Sauvages (1) fino dal 1763, dal Bellani nel 1833, e da molti altri, bisogna collocarli al freddo, e riesce indispensabile una ghiacciaja. L'importante è d'impedire che l'umidità le guasti, al quale scopo furono proposti molti metodi e molti preservativi; quali sarebbero, p. e., il collocarne piccole quantità in recipienti perfettamente chiusi e circondati di paglia, come insegna Berti-Pichat; oppure l'aggiungere, siccome insegna il Bellani, della calce viva e del cloruro calcico nelle cassette stesse in cui vengono collocate le uova, le quali sostanze sono destinate ad assorbire l'umidità preesistente o che potrebbe entrare nel recipiente.

Talvolta però l'azione della calce si appalesò nelle fatte esperienze tanto forte da assorbire l'umidità stessa contenuta dalle uova nel loro interno, per cui queste essicarono. Cosa meravigliosa! le uova stesse così essiccate, riposte nell'acqua e gonfiate, indi collocate in istufa, diedero ottimi bachi, in quella guisa che bagnando molte crittogame ridotte a secco, tornano a vegetare; nello stesso modo che il rotifero fatto solido come un granello d'arena mediante il calore d'un forno, si rianima e rivive se venga in contatto con una goccia d'acqua.

A ritardare lo sviluppo dell'embrione per le coltivazioni autunnali venne da taluno suggerito d'inverniciare le uova. Questa pratica non ottenne alcun risultato: quelle uova tenute alla temperatura ordinaria con altre non inverniciate si svolsero in pari tempo che queste. Forse la vernice non li sottrae bastevolmente all'azione dell'aria, mentre vediamo anche le uova infecunde inverniciate essiccarsi al pari di quelle non coperte di vernice. Tale esperienza può tuttavia dare un'idea della poca aria di che abbisogna l'uovo per mantenersi in vita, e del come il fluido aereo, rinnovato, agisca di preferenza col tenere lontana l'umidità, la quale per la sua azione diretta rovina i germi.

Le uova da assoggettarsi all'incubazione debbono sentire gradatamente l'influenza del calore. Non si deve quindi portarli dalla ghiacciaja alla stufa; ma prima dovranno passare alla cantina, poi all'aria libera. In questo modo l'embrione si sviluppa sempre in via progressiva e la sua formazione riesce normale e completa. Molte malattie riconoscono la loro causa dagli sbalzi troppo repentini, e specialmente retrogradi, della temperatura. Non è da tacersi però che taluno ebbe ad osservare che un freddo repentino dopo un'incubazione protratta e poco attiva possa accelerare l'uscita del bruco, in quella guisa che molti fiori preparati dal calore dell'estate e dall'autunno hanno bisogno dei gelati aquiloni per isbucciare e svolgere, con mirabile contrasto, le loro corolle variopinte e profumate.

(1) De Sauvages, *Memorie sull'educazione dei vermi da seta*, 1763.

P A R T E Q U A R T A

PATOLOGIA DEL BACO



CAPO I.

MALATTIE DEL BOMBICE DEL GELSO.

(A. MALATTIE DELLA LARVA.)

Il baco da seta, come ogni animale creato, va soggetto a malattie che abbreviano la sua vita. L'uomo col coltivarlo artificialmente le accrebbe, e indusse in esso malori che, sebbene esistenti in natura e causa già di distruzione della specie anche nel nativo suo paese, pure aumentarono assai e si fecero ministri di più estesa mortalità. Per alcune di queste malattie io ritengo esistere la causa nella stessa artificiale coltivazione del prezioso insetto e nell'attuale estensione data alla medesima. Imperocchè è legge naturale che dal soverchio e temporaneo sviluppo d'una specie debbano scaturire quelle cause di distruzione che tendono a ricondurla ai limiti normali.

In fatti la natura, che tanta cura si prende della specie, e che con altrettanta negligenza sembra trascurare gli individui, ricorre a mezzi singolari per frenare il soverchio loro aumento, e farli rientrare nei giusti confini da essi, per favorevoli circostanze, talvolta oltrepassati. Tra questi mezzi il naturalista vede primeggiare la stessa loro moltiplicazione, per cui si nuociono a vicenda, l'uno restando vittima dell'altro; vede lo sviluppo di esseri minori, ma non meno fatali, che alla lor volta distruggono la troppo crescente specie. E questi esseri microscopici, tra cui vanno ricordate le muffe, hanno, appunto a questo scopo, una tenacità di vita ammirabile: la loro produzione e moltiplicazione è rapida, immensa, ed adempiono inesorabilmente al ministero di distruzione cui sono destinati (1).

(1) Molti animali sono ghiotti dei bachi da seta, e diventano pericolosi per i danni che loro arrecano. Alcuni d'essi sono causa della non riuscita delle coltivazioni all'aria aperta. Gli uccelli sono da annoverarsi tra i primi nemici del baco, e tra questi le rondini nelle prime età di esso: aggiungansi tutti gl'insettivori, non che alcuni granivori; vengono poi le galline, i ragni, i topi, le formiche, ec.

Le malattie del baco da seta sono numerose; parecchie però di quelle che citansi non sono essenzialmente tali, ma semplici stadii di altre; bastarono alcuni sintomi principali perchè molti bacofili ne formassero altrettante malattie che non sono invece che passaggi tra le une e le altre. Io ridurrò assai il loro numero, indicando solamente le principali, per ciascuna delle quali esporrò i caratteri patognomonici e le alterazioni che le fanno riconoscere.

Del resto è ben poco quanto si conosce fino ad oggi intorno a quest'importante argomento troppo ancora avvolto nelle tenebre perchè abbia a spendergli intorno molte parole; d'altronde molti autori parlarono in ispecial modo delle malattie del baco. Gli eccellenti manuali pubblicati in questi ultimi anni in Toscana ed in Piemonte ne trattano piuttosto diffusamente, e suggeriscono tutti i rimedii possibili nello stato attuale della scienza. A tali fonti ebb'io ricorso per redigere le seguenti notizie, ad esaurimento del Programma proposto dall'I. R. Istituto, e solo aggiungerò quelle particolari osservazioni ch'ebbi campo di fare in proposito.

ARTICOLO I.

Del Calcino.

SINONIMA. — *Mal del segno, calcinaccio* (degl' Italiani); *Calcin* (dei Lombardi); *Marin* (de' Piemontesi); *Zucherini* (dei Veronesi); *Muscardine, dragées* (dei Francesi); *Muscardius* (Lingvad.); *Pilzsucht* (dei Tedeschi).

Fra le malattie che affliggono il baco, la più importante, sia per la strage che mena, sia per gli studii di cui fu argomento, è certamente il *calcino*. Parecchie mie osservazioni fatte nel 1850 (1) avendomi condotto agli identici risultati cui giunse, dietro bellissime ricerche, il signor dott. Carlo Vittadini, che le pubblicò nel Giornale dell'I. R. Istituto Lombardo (2), io non mi dipartirò dagli scritti di lui, sicuro di non potere far meglio diversamente.

Bibienua (3) forse per il primo parla del calcino; dopo di lui tutti quanti i baconomi italiani ne fanno cenno, accordandosi però soltanto sul sintomo principale di esso.

(1) Queste osservazioni furono da me eseguite in compagnia dell'amico dott. Francesco Brioschi, attuale professore di matematica nell'I. R. Università di Pavia.

(2) *Della natura del Calcino o mal del Segno*, Memoria di Carlo Vittadini, membro effettivo dell'I. R. Istituto Lombardo, letta nelle adunanze 18 marzo e 1.º aprile 1852. V. Memorie del sudd. Istituto, Vol. III, pag. 447.

(3) Franc. Bibienua, *Spicilegium de Bombyce*. Nei Comment. dell'Accademia dell'Istituto di Bologna, Tom. V, parte 1.

Il mal del calcino, di cui parlò anche Vallisnieri, è il prodotto della vegetazione d'una mucedinea particolare, la *Botrytis Bassiana* Bals., la quale, penetrata nel corpo dell'animale, vi si sviluppa e ne produce la morte. Prima che si conoscesse questa muffa particolare, sulla quale il dott. Agostino Bassi chiamò pel primo l'attenzione dei naturalisti, si credeva che tale malattia fosse dovuta a cause comuni, e specialmente all'essiccamento del corpo del baco accompagnato dalla produzione di una vera sostanza salina o terrosa.

Nysten aveva già riconosciuto che le ordinarie cause patologiche non ponno produrre il mal del calcino, ma è dovuto al dott. Agostino Bassi l'aver saputo mettere in via gli studiosi sulla vera natura della sostanza bianca che copre il corpo del baco dopo morte, additandola come una muffa. All'annuncio vennero fatte osservazioni in proposito; e mentre Audouin s'occupava in Francia dell'argomento, il prof. Giuseppe Balsamo-Crivelli fra noi riconobbe nella parassita una nuova specie di mucedinea spettante al genere *Botrytis*, specie che intitolò *Botrytis Bassiana*.

Le osservazioni di Montagne in Francia confermarono quanto qui si era già detto, ed estesero le nostre cognizioni sulla natura della *botrytis* del baco da seta. A torto recentemente si volle provare che la botrite è spontanea nel baco, e che è metamorfosi di elementi già proprii nel corpo stesso dell'insetto, come a torto si fantasticò per essa una diversa natura. Conosciutasi l'essenza dell'involucro bianco di cui s'avvolge il baco dopo morto, sorse la grande questione, se la mucedinea era causa od effetto della morte del baco; contemporaneamente l'altra ancora, se il calcino può essere sì o no spontaneo, o se invece è esclusivamente contagioso.

Sopra sì fatte questioni si discusse diffusamente in moltissimi scritti, in cui pur troppo le regole dell'argomentazione non sono sempre osservate. La letteratura di siffatto argomento è forse la più estesa che abbia mai offerto qualsiasi fenomeno naturale; e riesce un quadro fedele degli errori cui può trascorrere la mente umana mal diretta. La questione, per verità, è difficile assai, e consta di così complicati e numerosi elementi, che cotanto s'influenzano a vicenda, che arduo al sommo riesce il fissare la giusta importanza che ciascuno si merita, nello scopo di dedurne dei logici corollari. Ma alla fine, mercè specialmente le belle osservazioni del dott. Vittadini, si raggiunse la sicura cognizione dell'essenza della malattia e del suo modo di diffusione. Lo stesso dott. Agostino Bassi, che pel primo aveva sostenuta la contagiosità del calcino, in questi ultimi anni andò proclamando anche la sua spontaneità; deviando così dal giusto sentiero in cui esso pel primo si era collocato, ed aveva collocato gli altri.

Le osservazioni sulla spontaneità del calcino, le quali sole meritano di essere

cite, perchè accennano pur sempre ad uno spirito osservatore assai esercitato, e ad un modo grandioso di interpretare i fatti, sono quelle di Guerin-Méneville, di cui parlerò a suo luogo.

Capacità all'infezione: sintomi e invasione del calcino. — In tutte le epoche della sua vita può il bombice del gelso andar soggetto alla malattia del calcino, o, come si dirà più abbasso, all'infezione calcinica. Tuttavia è dopo l'ultima muta, prima di filare il bozzolo che esso appare più capace di contrarla. Siccome è dessa consistente nell'assorbimento d'una sostanza vegetabile che gli proviene dall'esterno, e che deve vivere e svilupparsi a spesa dei liquidi del suo corpo, così è facile comprendere che quanto più estesa sarà la superficie del corpo, e maggiormente ampî saranno gli atrii per cui ponno entrare i germi del parassita (stigme e bocca), quanto maggiore sarà la copia del veicolo capace di trasportarli (aria per le stigme, foglia per la bocca), e più estesa sarà la superficie degli apparati nei quali questi germi ponno mettersi in contatto coi liquidi del baco (trachee e intestino), tanto più facile sarà l'infezione. Da tutto ciò conseguita che l'insetto perfetto vi va soggetto a preferenza per l'attività della sua respirazione accompagnata dal grande sviluppo del sistema respiratorio, poi la larva negli ultimi giorni della sua carriera, quando cioè s'avvicina alla maturanza; quindi la larva nelle prime epoche della sua vita; da ultimo la crisalide che non si nutre, che sta chiusa nel suo bozzolo, che sospende la sua respirazione quasi totalmente, e che sta avvilita nella sua buccia chitinoso densa e rigida.

Sulle prime nessun sintomo si ha all'esterno del corpo del baco il quale istruisca della appena accaduta infezione, nessuno nelle sue abitudini. Il suo colore non si modifica, non la sua fame, non lo stato chimico de' suoi umori. I suoi movimenti sono normali, come anche la consistenza tutta delle parti del suo corpo. Quantunque non lontana la sua fine, quantunque il germe del morbo che lo trarrà a morte circoli già ne' suoi visceri, l'apparenza del baco è quella della floridezza. Si aggiunga ancora, che andandovi soggetti anche bachi già sofferenti per altre malattie, queste non costituiscono un carattere negativo per la possibilità dell'infezione avvenuta.

L'unico sintomo possibile della prossima morte del baco lo si può ottenere raccogliendo una goccia del suo sangue e sottoponendola al microscopio; nel qual caso, secondo Guerin-Méneville, si potrebbe scorgere la metamorfosi dei globuli sanguigni e i pretesi suoi ematozoidi; e secondo il Vittadini, si ponno vedere (e questa è la verità) i conidii, ossia que' particolari corpi vegetabili, cui dà origine la primitiva vegetazione delle sporule botritiche, e che sono alla lor volta il punto di partenza per la formazione dei talli. Ecco a quanto si

riduce ciò che sappiamo intorno alla morte che colpirà il baco, la quale perciò arriva senza che ce ne accorgiamo, come *fulmine*, giusta l'espressione dei meno veggenti baconomi, che non possono capacitarci come un baco così sano e che adempie regolarmente a tutte le sue funzioni racchiuda già in sé il principio che lo trarrà a certa morte.

Quando la morte è assai prossima, e quasi direi già inoltrata, il baco sospende il cibo, lo addenta per abbandonarlo tosto, e lentamente cerca di lasciar il luogo in cui si trova. Si fa più lento e intorpidito ne' suoi movimenti e le pulsazioni del canale dorsale diventano più languide. La posizione del suo corpo, arrestato che siasi nel luogo ove sarà colto dalla morte, ha un aspetto affatto proprio, nel mentre che è sorpreso da una mollezza e pastosità particolare, da una flaccidità che va crescendo sino al momento in cui il baco cessa di vivere. Alcuni notarono delle macchie vinacee invadere il corpo del baco prima della morte; altri ritengono invece questo fenomeno susseguire la morte stessa. Tale differenza d'osservazione potrebbe spiegarsi, come giustamente fa rimarcare il signor Ciccone (1), dalla violenza e quantità del contagio.

Fenomeni sensibili concomitanti la morte del baco. — Da questo istante incomincia una serie visibile di fenomeni caratteristici della morte speciale per calcinno. Appena morto il baco, il cadavere è floscio, e abbandona, se lo si punge, un liquido analogo a quello del baco sano, il quale però si fa più tenue, più chiaro, assumendo un color rossastro. In questo stato il sangue si fa palesamente acido a tutti i reattivi. Ma il liquido diminuisce presto di quantità, e con questa diminuisce altresì la floscezza in cui trovasi il baco al suo morire. Frattanto una leggiera tinta roseo-vinata ne invade il corpo, per lo più con una progressione costante; incominciando cioè dalle parti posteriori alla base del cornetto, e portandosi anteriormente. Il canale dorsale è indicato da una linea rossastra più manifesta: ma questa tinta poi invade il corpo tutto dell'animale, che contemporaneamente si fa anche più duro.

A 20 ore circa dalla morte il colore e la solidificazione del corpo hanno raggiunto un completo sviluppo, e il liquido interno divenuto assai acido non cola più; quindi per ottenerne bisogna spremere i tessuti che ne sono imbevuti. Talvolta a quest'epoca comincia il corpo a raggrinzarsi un poco e a contorcersi formando delle curve. Se il cadavere si lascia sul letto ove l'animale morì, dopo un altro giorno all'incirca comincia a coprirsi d'una delicatissima lanugine

(1) Ciccone, opera citata, pag. 214. Vedi anche: Ciccone, *Sur les symptômes, le diagnostic, etc., de la muscardine*. Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sciences, 1853, T. XLI, N. 21, pag. 900.

caudida che spicca sul fondo abbrunito delle parti. Questa lanugine compare per lo più con qualche ordine; e come il lettore avrà già intraveduto che il tutto proviene dall'interno del baco (di che dirò più a lungo fra poco), così troverà regolare che i primi punti in cui essa deve comparire sono appunto quelli che offrono una comunicazione tra l'interno e l'esterno: dapprima quindi le stigme, la cui superficie vedesi occupata da un pennello di lanugine botritica; poi il fondo della bocca fra le mandibole; e da ultimo le porosità tutte della pelle, cominciando da dove questa è più esile (tra gli anelli), per progredire alle parti che hanno un maggiore spessore. Così in breve, specialmente se concorrano a favorirla una temperatura alta ed un certo grado di umidità, tutto il corpo del baco è coperto da questa bianca lanugine che volge leggermente al lattiginoso. Tale lanugine da altro non è costituita che dal *micelio a* (fig. 257, Tav. XV)⁽¹⁾ della botrite che va estendendosi, e che involge come densa rete tutto il cadavere del misero insetto. Quel micelio si ramifica, finchè arrivato al suo massimo inviluppo è capace di fruttificare: allora si copre delle sementi proprie a questo genere di mucchinia, cioè di *sporule c, c*, (fig. 257), che ad occhio nudo presentansi come polvere impalpabile d'un color bianco opaco, terreo come *for di calce*; dette sporule costituiscono un denso strato che circonda la lanugine mucchinica, come questa circonda il baco. In questo stadio avanzato ed ultimo di sviluppo della muffa, il corpo del baco tinge le dita in bianco; le sporule mature, in miriadi infinite, si staccano dal micelio che le ha generate e cadono come finissima polvere, e o s'attaccano ai corpi che toccano il cadavere, o si lasciano trasportare sull'ali del vento, ciò che non accadeva quando il cadavere era solamente avviluppato dal micelio botritico avanti che portasse semi.

In questo momento la facilità al contagio è massima; quelle sporule tanto esili e così numerose, tanto leggiere e così facili ad essere disperse, vanno dappertutto, s'insinuano ovunque ed a grandi distanze, potendo essere assorbite, e possedendo la capacità di riprodursi se appena vi concorrano convenientemente l'umidità e la temperatura.

Continuando nel cadavere la perdita de' suoi umori, la polvere botritica cade tutta tosto ch'essa venga toccata, ed allora il corpo del baco, a differenza di quanto avviene nelle altre malattie, anzichè putrefare, vedesi ridotto ad un secco cilindretto, contorto, raggrinzato, nel quale difficilmente si può ravvisare la primitiva larva.

(1) I micologi chiamano *micelio* (*mycelium*) quella fitta rete di filamenti o steli iotreciati in varii sensi che quasi tutte le muffe presentano in un primo stadio del loro sviluppo; i quali steli allungandosi portano poi i semi o le *sporule* (*sporæ*). Gli steli separati prendono il nome di *talli* (*thallus*).

Efflorescenza cristallina che succede alla botritica sul corpo del baco. — Se questo cadavere si spoglia dell'efflorescenza botritica ora mentovata e si mantiene all'umido, si vede coprirsi d'una efflorescenza salina, la quale osservata al microscopio mostrasi composta di cristalli prismatici, d'aspetto vitreo, trasparente, e che presentano le loro estremità tagliate ad angolo ottuso. Sono prismi diritti, a base rettangolare, che si decussano variamente, presentandosi talvolta sotto forma raggiata (fig. 263). Questi cristalli danno reazione acida, e trattati colla potassa svolgono odore d'ammoniacca; secondo il Cardone, citato anche dal Vittadini (1), consisterebbero in una combinazione di acido *allossanico* coll'alcali volatile. In questo momento il poco liquido denso, fetido, che sta nel corpo del baco, se viene estratto, genera, evaporandosi, una massa di cristalli analoghi a quelli or ora descritti, e che coprono il corpo del baco dopo l'efflorescenza botritica. Da ciò si comprende che siffatta cristallizzazione si opererà anche tra i visceri del cadavere, e che darà ad essi una durezza lapidea. Tagliato il baco con un coltello, lascia la superficie recente d'una lucidezza singolare, eguale a quella che presenta un cristallo che si cliva. A tale circostanza devesi attribuire la falsa opinione di coloro che credono essere il calcino una cristallizzazione. La quale opinione emessa più volte, venne nuovamente riprodotta anche in questi ultimi anni. Questo strato di sostanza cristallina fu pure già constatato dal farmacista signor A. Nani, come lo fa rimarcare il Lomeni (2). Gli accennati cristallini scricchiolano se confricati fra due lamine di vetro.

Ecco quanto l'occhio può afferrare all'esterno del misero animale. Tuttavia gli studii che maggiormente interessano il fisiologo, studii dal dott. C. Vittadini fatti e descritti in modo mirabile, sono rivolti allo sviluppo interno del parassito ed alle alterazioni che offrono i tessuti ed il sangue.

Sviluppo della botrite. — Quando una *sporula* (3) è penetrata nel corpo dell'insetto, ed è venuta in contatto col sangue o col liquido circolante tra i suoi visceri, comincia a svilupparsi, e ciò fa in un modo tutto particolare e differente da quello che segue quand'essa può germogliare in un liquido a contatto dell'aria. In questo caso la mucedinea può diffondersi più facilmente, poichè arriva alla superficie del liquido ove l'aria la circonda, e dove essa può innalzare i suoi talli portatori alla lor volta di sporule.

(1) Memoria citata, pag. 467.

(2) Memoria V sul Calcino e sul Negrone, pag. 36.

(3) *Sporule*, come si è veduto, sono dette i semi o gli organi di riproduzione delle muffe. Si presentano generalmente sotto forma di granellini elittici o sferici, secondo le varie specie, più o meno grossi, e diversamente disposti lungo i talli od alle loro estremità.

Sviluppo della botrite fuori del corpo del baco ed in perfetta libertà. — In quest'ultimo caso, in 48 ore una sporula di botrite germoglia, tallisce e fruttifica. Il termine di tempo ora indicato è, a dir vero, il più breve che siasi osservato, ed è eminentemente collegato col grado di temperatura, con quello dell'umidità dell'aria e collo stato elettrico di questa. Dopo qualche ora che la sporula è nel liquido (che può essere acqua di gomma, di zucchero, di colla di pesce, il sangue stesso del baco, ma estratto dal corpo della larva, e parecchi altri, non esclusa l'acqua distillata) emette un filamento, talvolta due, i quali si allungano rapidamente, si ramificano, s'intrecciano formando un intricato *micelio*, dal quale sorgono altri filamenti che portano poi le sporule e che prendono il nome di *tutti fruttiferi* (fig. 257 e 258). Questi talli o steli fruttiferi dapprima sono semplici, uniformi, e si ramificano. Allora soltanto producono le sporule, le quali sono rotonde, sferiche, ed escono libere ed isolate dall'apice delle suddivisioni e delle ramificazioni in cui si partiscono gli steli. Esse si accumulano attorno a questi formando dei piccoli ammassi, più o meno voluminosi, ed abbastanza somiglianti ai grappoli dell'uva, giusta la espressione del dottore Vittadini.

Ecco come si sviluppa la botrite nei liquidi ne' quali può liberamente comportarsi, e dai quali può uscire alla superficie per mettersi in contatto dell'aria e portar le sue sporule. Era necessario il far precedere la descrizione di questo modo di sviluppo della botrite, affinché potesse servir di confronto con quello che essa segue allorquando si moltiplica fuori del contatto dell'aria, come è appunto il caso del sangue del baco allorchè sta ancora chiuso nel corpo della larva, e che è sottratto dal diretto influsso dell'aria ambiente.

In questo secondo caso la sporula, o meglio i primi talli che da essa si sviluppano nel seno del baco, comportansi in modo diverso, che è proprio a tutte quante le mucedinee collocate nelle stesse circostanze, ed è modo importantissimo nel caso nostro speciale, perchè ci dà ragione di moltissimi fatti che accompagnano lo sviluppo del calcino nel pratico allevamento del baco da seta.

Moltiplicazione per conidii. — Il primo filamento *b* (fig. 259) che esce dalla sporula *a* manda fuori ai lati dei piccoli corpicciuoli *c, c*, ovali di forma, più o meno allungati e fusiformi, trasparenti, in cui non si scorge organizzazione di sorta. Stanno essi attaccati assai debolmente allo stelo che li ha generati per una delle loro estremità acuminata, e sono rivolte ora verso la sporula d'onde uscì il filamento che li porta, ed ora verso l'estremità libera di questo. Gli accennati corpicciuoli prendono il nome di *conidii* (*conidia*), e sono alternativamente collocati ai lati del filamento generatore, che pare

averli formati della sostanza granellosa in esso contenuta. La produzione dei conidii è rapidissima: appena staccati allungansi (*d*, fig. 259) ed altri quindi ne producono (*e*, *e*), così che in breve, sia nel sangue del baco, sia in qualsiasi altro corpo liquido in cui artificialmente siasi fatti germogliare, veggonsi i conidii nuotarvi entro a miriadi, e riempiendosi poco dopo di materia granellosa, eguale al filamento da cui ebbero origine, produrre alla lor volta o nuovi conidii, o filamenti capaci poi di portare rami fruttiferi e sporule, tosto che le volute circostanze il permettano.

Questo modo di moltiplicazione per conidii è certamente inferiore a quello per sporule, e rappresenterebbe quasi il modo di moltiplicazione per germinazione nel regno animale. Attualmente è a tutti noto come esistano nelle classi inferiori del regno zoologico degli animali che per lungo spazio della loro vita si riproducono per gemme (generazione gemmipara) o bulbi, in forza del quale processo una parte del loro corpo manda fuori una propaggine che in breve si organizza e diventa eguale all'individuo generatore, raggiunto il qual punto si stacca acquistando esso pure la capacità di riprodursi in tal guisa. Ma per tutti questi individui in tal modo prodotti arriva un'epoca, definita o dall'età, o dalla natura dell'ambiente, o dalla stagione, nella quale, provveduti di ovarii, generano uova che poi riproducono le specie. I conidii della botrite sono le gemme o i bulbi ora indicati, come proprii anche degli animali inferiori, mentre le uova di questi sarebbero poi rappresentate dalle sporule.

La presenza dei conidii forma l'unico sintomo che col microscopio si possa osservare qualche tempo prima della morte del baco, sintomo che precede tutti gli altri dipendenti da questo, e che si ponno considerare come l'effetto della vegetazione della botrite.

Della botrite come specie vegetabile. — Non è molto tempo che il genere *botrytis* era ancora mal definito, ed in esso venivano registrate mucedinee assai differenti fra loro. Il carattere principale di questo genere sta nella fruttificazione, nella generazione apicale degli steli fruttiferi di sporule rotonde, libere, solitarie, che si raggruppano poi di mano in mano che vanno formandosi.

Il professore Giuseppe Balsamo-Crivelli così caratterizza la *Botrytis Bassiana*, cui prima avea già denominata *B. paradoxo*:

B. Bassiana, floecis densis, albis erectis, ramosis, ramis sporidiiferis, sporulis subovatis.

A questa diagnosi il celebre Montagne sostituiva nel 1837 la seguente:

B. Bassiana Bals. floecis fertilibus candidis, erectis, simplicibus, dichotomis, breviter ramosis, ramis sparsis sporidiiferis, sporidiis globosis, circa apices ramorum parce collectis, tandem capitato-conglomeratis.

Finalmente il Corda nel 1842 (1) rivide il genere *Botrytis*, secondo lui ancor troppo mal definito e confuso, come egli accenna espressamente, e gli attribuì dei caratteri i quali accordansi perfettamente con quelli posseduti dalla nostra specie che per tal modo va riferita ad esso. Ecco la definizione del Corda: *Botrytis* genus: *flocci sporidiferi erecti, septati ramosi; ramis ramulisque septatis; capitulis sporarum nullis. Sporae acrogeae, homogeneae, solitariae evolutae, simplices, continuae, ad apices vel latera ramulorum irregulariter accumulate vel inspersae.*

La specie poi si distingue per la piccolezza e sfericità delle sporule, pel volume relativo dei talli, e per la maniera con cui questi si diramano: in una parola, pei caratteri tutti qui sopra riferiti.

Ma ritorniamo agli effetti della botrite vegetante in seno del baco. Vedemmo che questa finchè trova spazio per estendersi, e finchè non è obbligata a passare all'esterno, si moltiplica per conidii, i quali invadono con una rapidità spaventosa tutto quanto l'organismo, e non v'ha goccia di sangue che si possa estrarre da qualsiasi parte del corpo del verme che non se ne mostri ricca a dovizia; de' quali conidii alcuni già s'allungano e trasformansi in talli. Per tal modo in breve tutti gli organi del baco vengono ravvolti da una rete densa e fitta di micelio botritico.

Cristalli che si formano nel sangue del baco. — Contemporaneamente alla riproduzione de' conidii si osserva un altro fenomeno assai interessante, intendendo dire la genesi di una quantità immensa di cristalli *a, a* (fig. 262), di varia grandezza, che presentano costantemente la medesima forma. Questi s'avvolgono e scorrono col liquido in cui vanno formandosi, e nel quale i globuli echinati vedonsi scomparire sensibilmente, finchè spariscono del tutto, come vedremo fra poco. Tale fenomeno accade già mentre il baco esternamente non mostra ancora sintoma di sorta: mangia come di consueto, nè dà indizio alcuno del processo di mutazione che va subendo il suo sangue.

Natura chimica dei cristalli. — Sebbene la copia di siffatti cristalli vada aumentando e si faccia considerevole, pure è difficile il raccoglierne a sufficienza nello scopo di assoggettarli ad un'analisi chimica. Nulla ancora si conosce intorno alla loro natura chimica.

Natura geometrica. — Non così della loro forma, aparendo essi assai nettamente delineati sotto il microscopio. Questi cristalli sono prismatici ed

(1) Corda, *Anleitung zum Studium der Mycologie*, 1842, pag. 43. Il genere *Botrytis* appartiene alla famiglia delle *Psiloniaceae* Cord., decima dell'ordine dei *Contomyceetes* di Nees (Nees ab Esenbeck Gottf., *Das System der Pilze und Schwämme*. Würzburg, 1816).

appartengono al 2.º tipo cristallino de' mineralogisti, cioè al prisma a base quadrata, la cui notazione generale si sa essere $a : a : \infty h$, in cui h è talvolta $\frac{1}{3}$, più spesso $\frac{1}{2}$, e non rare volte 2, 3 ($a : a : \frac{1}{3}, \frac{1}{2}, 2, 3 h$). Le due basi sono sovrapposte da due piramidi quadrilatera, le cui forme si trovano egualmente sempre inclinate sull'asse h (circa 45°). Il prisma talvolta è così allungato da raffigurare un esile bastoncino (fig. 262). Oltre a questi cristalli veggonsi almenne volte degli aciculi salini, esili assai, decussati e in fasci. Gli stessi cristalli si vedono anche nel sangue della farfalla affetta da idropisia. (Vedi *Patologia della farfalla*.)

Origine dei cristalli prismatici. — Pare omai certo che questi cristalli traggono origine da una metamorfosi della materia di cui constano i globuli cehinatti. Accade spesse volte di vedere sotto il microscopio qualcheuno dei globuli sanguigni in via di decomposizione, di defluenza (fig. 261), quasi in atto di dar origine ad altri globuli, e presentare nel suo mezzo qualche cristallino in via di formazione. In questo caso il globulo sanguigno non dà più origine ad altri globuli eguali a sé, ma bensì ai mentovati cristalli, i quali sono uno stadio di metamorfosi regrediente della materia organica. Si osserva infatti che quando si formano i cristalli diminuiscono i globuli al punto di sparire totalmente. La quale metamorfosi regrediente succede massimamente sotto l'influenza della vegetazione della botrite per conidii e per talli. La scomparsa dei globuli nei bachi affetti da calcino fu già notata da Guerin-Ménéville, e sanzionata dalle belle osservazioni del dott. Carlo Vittadini. Il liquido che insieme ai globuli va sparando nel corpo del baco sotto l'influenza della vegetazione della botrite e della formazione dei cristalli, si fa acido; e quest'acidificazione del sangue è conseguenza anch'essa della germinazione dei talli botritici, e non causa di essa, come si pretendeva da molti.

L'esperienza e l'osservazione vengono in appoggio di quanto espongo.

1.º Se si fa germogliare artificialmente la botrite in un liquido neutro od anche alealino, questo passa a poco a poco allo stato di acidità; acidità che non si osserva nello stesso liquido conservato in pari circostanze, e nel quale non si pongano a sviluppare sporule botritiche. Eguale fenomeno si riscontra nel sangue del baco estratto dal corpo dell'animale sano e in egual modo sperimentato. Il liquido sotto l'influenza della vegetazione botritica non putrefà, ma si dissecca.

2.º La formazione de' cristalli è un altro fenomeno dipendente dalla fruttificazione della botrite. Altre mucedinee offrono l'eguale particolarità, dal che ne consegue essere il fenomeno dipendente dal fatto di questa vegetazione e non dalla natura del liquido, il quale però deve esser capace di fornire gli elementi

primi. La *Botrytis cana* Kunz (fig. 267), la quale, come osserva il Vittadini, non è parassita che delle sostanze vegetabili, durante la sua vegetazione si circonda di belli e numerosi cristalli ottaedri *e, e* (fig. 267), i quali si veggono anche nell'interno de' suoi filamenti.

Per tal modo le cause dell'induramento del corpo del baco si riducono alle tre seguenti: 1.^a la produzione della mucediuea; 2.^a la produzione dei cristalli; 3.^a l'evaporazione normale del corpo aumentata allorquando la muffa venendo all'esterno rende assai più ampia la superficie esalante. Di queste tre cause però la produzione dei cristalli è forse la maggiore, mentre produce una specie di *sulficazione* del corpo del baco.

Quando non havvi più liquido sotto la pelle della larva, quando il micelio invase tutti quanti gli interstizii interviscerali, la botrite esce pei fori cutanei, per la bocca, per le stigme, e produce quell'efflorescenza di cui come fenomeno esterno e sensibile ho già tenuto parola: ai talli succedono le sporule, compendosi così tutto il corso della vita della mucediuea, e con esso le fasi della malattia del calcino.

Rimane il cadavere, fonte di immensa infezione, poichè ognuna delle sporule che alimenta è capace di uccidere un'altra larva, sia durante la stessa educazione, sia anche dopo uno o più anni.

Durata dell'incubazione. — L'incubazione della malattia varia secondo l'atrio pel quale la sporula penetra nel corpo del baco; cioè secondo il tempo che ella impiega a mettersi in contatto col sangue, quindi anche colla copia del sangue stesso. Tale stadio d'incubazione, mentre è di qualche durata nella larva della prima età, è invece brevissimo in quella dell'ultima, come brevissimo è nella farfalla. Quando l'atrio è eguale, ed eguali sono le altre condizioni, si osserva che la botrite occupa egual tempo a produrre i suoi disastrosi effetti.

Durata della malattia. — Il tempo che impiega la botrite a togliere di vita l'insetto che invase, varia secondo l'età di esso, e più ancora secondo il grado di temperatura: la durata della malattia oscilla quindi da 12 a 15 giorni, oppure da 3 a 4. Nella farfalla questo periodo è ancor minore. Le condizioni del sangue hanno poca influenza sul prolungamento o sulla diminuzione della durata del morbo. Il sangue del baco già affetto dal negrone o dal giallume non rifiuta di lasciar svolgere nel suo seno la botrite, nè diminuisce la rapidità colla quale può dessa germogliare. In due giorni può morire un baco calcinato anche affetto dal giallume.

Mezzi d'innesto. — Un innesto ben fatto non fallisce mai, e si è sicuro che l'animale morrà calcinato. L'innesto si può fare in parecchie guise: 1.^o dando foglia imbrattata di sporule; 2.^o soffregando il corpo con sporule botritiche;

3.° innestando alcune sporule con un ago, ed introducendole sotto la pelle in qualsiasi parte del corpo; 4.° facendo passare una corrente d'aria sul corpo del baco che abbia lambito un cadavere efflorescente.

Quest'ultimo mezzo, ch'io usai più volte, e sempre con felice riuscita, venne da me preferito perchè mi parve molto analogo a quello che impiega la natura. Ecco come io operava: fatta costruire una cassetta a vetri, sul suo fondo stendeva una rete rialzata di circa un'oncia, sulla quale collocava dei bachi; da un lato poneva un lume acceso sotto un tubo capace di operare un richiamo d'aria dall'interno della cassetta. L'aria poi aveva accesso nella cassetta per un'apertura diametralmente opposta al tubo aspiratore, e passava sopra il cadavere di alcuni bachi coperti di sporule. La poca corrente d'aria così ottenuta bastava a trasportar nell'interno della cassetta le sporule e a depositarle sui bachi. Questo ci prova quanto poco occorra per disseminare le sporule della botrite, le quali per quanto pesanti, non lo sono al punto da resistere alla forza dell'aria, bene spesso incaricata dalla natura a diffondere i germi delle specie organiche.

La sicurezza dell'innesto e la facilità prodigiosa colla quale si sviluppa la botrite in seno del baco, provano la somma contagiosità di questa malattia. Per contagiosità, nel caso del calcino, non devesi già intendere la produzione di qualche fomite o miasma particolare prodotto e produttore del crittogamo; bensì il crittogamo istesso che si dissemina con una tanta facilità, che penetra nel corpo del baco con una tale prestezza, e che si moltiplica tra i suoi visceri con una così sorprendente rapidità.

Genesi spontanea del calcino. — Il calcino riconosce sempre la botrite per sua causa? Non può egli essere spontaneo? Le belle osservazioni del dott. Carlo Vittadini ci fanno sicuri nel rispondere negativamente. Unica causa del calcino è la mucedinea che si diffonde e propaga. Fra gli argomenti che si produssero in mezzo per sostenere la spontaneità del calcino, alcuni non meritano neppure un serio esame per essere rigettati, altri invece sono di qualche importanza. Per essi si viene ad agitare la questione della genesi spontanea non del male ma del vegetabile stesso, questione assai grave, nè meno difficile ad essere risolta in un modo affatto decisivo. Però tutti i recenti studii concorrono a rifiutare la genesi spontanea, il ricorrere alla quale in molti casi è veramente antilogico, quando la copia immensa dei germi di queste mucedinee, la loro piccolezza, la tenacità della loro vita non ci possono mai tranquillizzare sulla loro assenza o sulla loro inerzia. I principali argomenti della spontaneità del calcino sono i seguenti (1):

(1) Vittadini, Memoria citata.

1.° Si disse normale il suo sviluppo nel cadavere delle farfalle (1). Vittadini provò falsa quest'asserzione. Ricerche fatte sopra più di 5,000 farfalle del *Bombyx mori* e d'altre specie lo chiarirono: che se queste sono riguardate dal contagio, muojono senza punto offrire botrite. Per l'opposto, esse muojono in due giorni se ne furono artificialmente infette.

2.° Guerin-Ménéville sostenne i globuli del sangue metamorfosarsi in botrite. Da tutto quanto si è detto nel decorso di questo articolo risulta chiaro che Guerin-Ménéville scambiò i corpuscoli oscillanti per metamorfosi dei granuli del sangue, e come un primo stadio d'allungamento per diventar talli botritici. Per uno stadio poi di maggior allungamento prese i conidii stessi, quella specie di bulbi che dissi costituire un modo particolare di moltiplicazione della botrite quando è inceppata nel suo sviluppo.

3.° Ultimo argomento è la possibilità dei germi calcinici ingeniti, sia primitivamente, sia in conseguenza d'un'alterazione degli umori del baco per una precedente malattia. Riguardo al primo di questi due casi, chi vide mai siffatti germi? chi, avendoli per avventura veduti, potè assieurare essersi là generati primitivamente, e non derivare dall'esterno? Per essere veramente certi della genesi spontanea del calcino, bisognerebbe riuscire con un mezzo ben diverso da quello delle sporule botritiche a produrre la morte dell'animale e con essa ad ottenere il calcino. Nel 1850 io ed il mio amico prof. Fr. Brioschi, occupandoci di simile argomento, tentammo in varie guise di avere spontaneo ed artificiale il calcino; ma indarno. In un sol caso credemmo di esserci riusciti; però dopo delicato esame non potemmo a meno d'accogliere il dubbio che anche in quell'unico caso qualche germe fosse pervenuto dall'esterno. Il supposto sviluppo spontaneo erasi da noi ottenuto dopo aver sottoposto il baco ad una corrente elettrica, ficcandogli alle due estremità del suo corpo due esilissimi fili di platino che corrispondevano ai due poli della pila. Al polo negativo il sangue apparve acido, e dopo alcuni giorni quel baco morì calcinato. Io cito questo fatto non tanto perchè io riponga fede in esso, quanto per additarlo agli sperimentatori che amassero ripeterlo, variandone le circostanze ed attribuendogli il valore che si merita.

Nessuna alterazione organica è necessaria allo sviluppo della botrite. — Riguardo alla necessità d'una preesistente alterazione degli umori osserveremo che se la botrite si sviluppa anche nel baco sano, è inutile la previa alterazione del suo sangue e de' suoi tessuti. Si hanno in esso i conidii, mentre ancora

(1) Grassi, *Sul Calcino o mal del segno nei bachi da seta*. Milano, 1850, in 8.°

nessuna alterazione offrono i visceri tutti, compresi il tessuto adiposo, i cui lobuli possono stare inalterati frammesso a sangue, in cui già vegeti rigogliosa la botrite ne' diversi suoi stadii.

La spontaneità del calcino non s'appoggia sopra alcun fatto certo, e per ammetterla sarebbe d'uopo rifiutare dati sicuri, i quali ci indicano per lo meno che il calcino si produce certamente col mezzo dell'innesto. Sarebbe dunque rigettare il provato per abbandonarsi a semplici supposizioni ed ipotesi.

Coloramento del baco. — Un'alterazione prodotta dal calcino, e che costituisce alcuni fenomeni esterni che precedono l'indurimento del baco è il rosseggiare del corpo di esso. Tale colore non può essere che l'effetto d'una chimica reazione consistente nella produzione d'una sostanza di tal colore e proveniente dalla decomposizione di qualche altra già esistente nello stesso baco.

Il rosso domina precipuamente nella pelle, meno nelle parti sottoposte. Nel manifestarsi mostra una progressione costante: ha origine alla base del cornetto, ove esiste più forte la circolazione sanguigna, e qualche poco più anteriormente ad essa base, ove esistono le reti copiosissime che fanno colà i vasi malpighiani.

Nulla in proposito svela il microscopio, nè io ho fatto osservazioni chimiche relative; mi limiterò pertanto a qui citare le due opinioni le più probabili che si hanno oggidì su questo fenomeno, l'una del dott. Lomeni (1), l'altra del dott. Vittadini (2), non senza aggiungere che quella di quest'ultimo soddisfa meglio, capace come è di rispondere anche alle obiezioni che si possono muovere all'altra.

Il Lomeni deriva il color rosso dalla presenza di un acido che si sia trovato a contatto d'una sostanza vegetale azzurra. Il cibo del baco, egli dice, è di color verde: il verde non è colore semplice, ma composto di azzurro e di giallo, e non pare strano al nostro autore il supporre che per opera della digestione succeda la decomposizione di quella materia colorante nei due colori elementari, i quali nell'assimilazione elaborata si vadano a deporre separatamente nelle diverse parti. Vediamo infatti dominare il giallo, tanto nei fluidi che appartengono all'animale (se con un ago ne traforiamo la pelle), quanto per lo più nell'umore della seta che si raccoglie negli appositi serbatoi. Non sarebbe dunque fuor di ragione il supporre che se le parti gialle sono dirette alla costituzione dei fluidi, le parti azzurre si dirigessero a quella dei solidi, fra cui primeggia la pelle, la

(1) Lomeni, *Del Calcino e del Negrone*. Memoria 1, pag. 36, 37, 38.

(2) Vittadini, *Della natura del Calcino*, ec. Milano, 1852, pag. 21.

quale, sebbene apparentemente bianca, ha un che di manifestamente azzurrognolo, nello stesso modo che noi abbiain detto il bianco del baco volgere al perlaceo. L'azzurro della pelle arrossirebbe quindi per l'acido che si sviluppa in seguito al processo morboso di cui il baco è vittima. A tale spiegazione si può opporre che il color rosso dovrebbe limitarsi alla cute, mentre invece riscontrasi anche profondo; e che non sempre i fluidi sono tutti gialli (bachi a seta bianca); di più, come obietta il dott. Vittadini, trovandosi la cute bagnata costantemente del sangue che è acidulo, dovrebbe anche offrire abitualmente il color rosso.

Il dott. Vittadini invece opina che il rosseggiare del baco debba attribuirsi alla *muressida*, la quale è un prodotto della ossidazione dell'acido urico che si colora venendo a contatto coll'ammoniaca. L'acido urico è abbondante nel liquido dei vasi malpighiani, ed il rosso si manifesta appunto copioso ove questi abbondano. Nella decomposizione poi dello stesso acido urico si avrebbe la genesi dell'ammoniaca necessaria alla produzione del colore. Sebbene questa spiegazione non riposi sopra prove di fatto, tuttavia è quella che per ora meglio soddisfa al bisogno di conoscere la causa di tanto singolare fenomeno.

Questi sono i caratteri della malattia del calcino di cui accennai la causa. Coloro pei quali la botrite è puramente un effetto, ammettono infinite altre fonti di tale malattia: lo stato dell'aria, l'elettricità, la temperatura, il governo, la qualità della foglia, e tante altre, di cui non sanno misurare nè la qualità, nè la forza, nè il modo di comportarsi. Certo è che un governo sollecito e vigile diminuisce la ruina che la botrite suol apportare a chi non presta le necessarie cure ai proprii bachi. È indubitato che giovano le disinfezzazioni, chè molte sporule non resistono all'azione dei caustici e degli acidi impiegati a tale scopo, e per tal modo si circoscrive la fonte del male. La pronta separazione dei bachi morti di calcino è certamente uno dei mezzi migliori per salvare gli altri; la quale separazione devesi fare però quando non apparve ancora sui loro corpi l'efflorescenza botritica. Gioverà pure moltissimo contro la temuta malattia il tenere distanti i bachi fra loro, e la ventilazione. Ma per quanto i bachi sieno accuratamente governati, se non si otterrà d'allontanarne la botrite, saranno indubbiamente soggetti a morire di calcino. Curare l'individuo ammalato è cosa impossibile: tutte le cure debbono quindi essere rivolte a rimuovere la causa, a distruggerla; e spesse volte il vigile educatore arriva in tempo e riesce a vedere le sue sollecitudini coronate da buon successo.

Quando il baco ricevette l'infezione nel momento che precede la tessitura del bozzolo, lo tesse, ma o durante la filatura, o appena dopo, muore calcinato.

Talvolta accade la sua metamorfosi in crisalide, la quale è poi colpita da morte. In questi casi il baco per umidità può putrefare o seccare al punto da divenire leggerissimo, ciò che può osservarsi anche nella crisalide. Il bozzolo allora pesa pochissimo, ed è occupato da un corpicciuolo secco e bianco (1). Se la formazione della crisalide avvenne in tempo, questa si sottrae all'infezione; come è dimostrato da alcuni bozzoli doppii, in cui si trova una crisalide sana ed un baco non metamorfosato, ridotto allo stato di mummia calcinata. Tutto dipende dall'epoca in cui compajono le spore.

Numerosissimi opuseoli e volumi furono scritti su questo difficile argomento, del quale però nè debbo, nè posso ora occuparmi. Lascio ai pratici lo studiare i medesimi, ed auguro loro il migliore profitto. Dirò solo, e questa mia sentenza spiacerà a molti, che dalla coltivazione dei bachi non devesi pretendere troppo; che quando il loro prodotto è già abbondante, bisogna pure accontentarsene, essendo quasi sempre impossibile di raggiungere, senza provvedimenti adatti, uno scopo che è contrario alle leggi immutabili della natura, anche allorchando queste cadono sotto il dominio dell'uomo. La natura tiene in freno le specie col mezzo dei contagi, che trovano alimento là dove per l'agglomeramento degli individui si verificano speciali condizioni. Lo slancio dato alla coltivazione de' bachi non andò di pari passo coll'aumento dello spazio e delle cure necessarie; ove non sviluppassi il calcino, un'altra malattia ne fa le veci. La produzione organica ha dei limiti che quantunque non conosciuti bene, non sono per questo meno veri, e che pur troppo è forza rispettare.

ARTICOLO II.

Del giallume.

SINONIMIA. — *Itterizia edematosa*; *Cemoflegmasia* (Grisellini); *Crassizie, idropsia, anasarca, vacche e costoloni* (Lambruschini); *Mat del grasso, tipoma, lattoni* (in Toseana); *Gialdon* (dei Lombardi); *Grasserie, Jaunisse* (dei Francesi); *Gelbsucht* (dei Tedeschi).

Questa malattia è tra le più facili a riconoscersi e quasi sempre si verifica nell'ultima età del baco. Secondo alcuni, si riterrebbe come contagiosa, e vorrebbe che vada moltiplicando ogni volta che durante le prime mute già se ne osservano alcuni casi. Talvolta può arrecare una grande distruzione, ma ordinariamente sta entro limiti moderati, specialmente quando non abbia agito

(1) Vedi Duseigneur, *Phys. du cocon*, fig. 37, 38, 39.

con violenza alcuna di quelle cause, cui specialmente è da ascriversi tale malattia. Il caldo eccessivo, la mancanza di ventilazione, il così detto *soffoco*, se non sono le cause prime, favoriscono però grandemente lo sviluppo del giallume, il quale, come già dissi, assale di preferenza il baco nell'ultime epoche della sua vita, quand'esso è vigoroso e meglio nutrito; e bene spesso allorquando esso ha già abbandonato i graticci e sale sul bosco, ove invece di filare un bozzolo, finisce coll'abbandonare uno schifoso cadavere fonte di sudiciume e di puzzo.

Il baco che comincia a patire di giallume rallenta a poco a poco nel cibo e finisce col non prendere più nutrimento. Il suo corpo continua a gonfiarsi, specialmente frammezzo alle divisioni, le quali non potendo cedere al rigonfiamento, producono altrettante strozzature profonde separate da tondeggianti anelli. Il colore è dapprima bianco-giallastro, poi decisamente giallo. È all'approssimarsi della quarta muta che tutti i sintomi si fanno più sensibili e che il color giallo spicca maggiormente. La pelle si fa tesa e lucida; il cambiamento della medesima non si opera, o si opera con fatica e malamente, e sotto questa erisi la malattia progredisce rapidamente. Il corpo del baco ne esce molto umido, e lascia una traccia di sè sulla foglia su cui passa. L'impedita traspirazione, maggiore nel momento della formazione della nuova pelle, favorisce grandemente questa specie d'idrope. L'interno del corpo frattanto va sciogliendosi; i varii organi perdono della loro consistenza e il sangue di preferenza trovasi alterato. La trana fibrinosa che costituisce i globuli echinati; di cui parlai all'articolo del sangue, si sciogliono e lasciano in libertà i granuli che contengono, dei quali alcuni si fondono, altri si separano, altri invece solamente s'avvicinano e s'aggruppano nel medesimo tempo che scompajono tutti gli altri elementi che rinvengono nel sangue del baco nello stato di sanità. Lo stato chimico del sangue affetto del giallume continua ad essere piuttosto acido fino alla totale sua decomposizione; esso è opaco, lattiginoso, simile a tenue pus (fig. 265, Tav. XV).

Progredendo il male e la pelle non potendo più distendersi, si rompe, ed allora ne esce l'umore interno di color giallo, nel quale trovasi disciolta porzione dei visceri, compresi i tubi della seta e la seta stessa. In questo caso il baco è trasformato in una specie di sacco.

Alcune volte il colore del baco rimane verdognolo; e giallo-verde è l'umore che versa allora che scoppia. È questo lo stadio che venne detto più propriamente *anasarca*; stadio però che il più spesso si risolve nel vero giallume.

I bachi affetti da questa malattia prendono in Toscana il nome di *vacche*. Se il giallume invade tardi il corpo del baco che disponesi a filare il suo bozzolo, mentre che ingiallisce ed ingrossa, si raccorcìa ancora: la pelle si fa

dura, leggermente coriacea, e pajono anticiparsi quelle forme che il baco assume dopo la tessitura del bozzolo, quando cioè è imminente il suo passaggio allo stato di crisalide. Attaccato tardi dal giallume, il baco, quantunque a stento, può tuttavia cominciare il suo bozzolo; è però raro che lo termini; chè anzi moreudovi entro, lo insudicia coi proprii umori, e lo rende molle ed inetto a fornire una seta di buona qualità.

Talvolta la pelle del baco annerisce prima di scoppiare, e i suoi umori si trasformano in un liquido nero e fetido. Sotto quest'ultima apparenza è detto volgarmente *negrone*, che per altro può procedere tanto da questa malattia, come da altre che accennerò fra poco, e quindi è da considerarsi come un fenomeno accompagnatorio di parecchie malattie, piuttosto che una malattia speciale.

Accade ben anche che la morte sorprenda i bachi quando sono già saliti al bosco: allora veggonsi penzolare dai ramoscelli ora gialleggianti ed ora nerastri, ed al primo tocco si risolvono in gocee grosse nere o brune, del cui insudiciamento è necessario guarentire i bozzoli sani.

Oramai quasi tutti i bacofili convengono che la impedita traspirazione e la impedita ossidazione dei principii combustibili dell'atto respiratorio siano le cause del giallume; dipendenti poi queste, o dalle circostanze atmosferiche viziate, o da una muta imperfetta della pelle. Certamente le cause principali, sotto le quali pare si sviluppi di preferenza il giallume, sono da un lato l'aria umida, gli ambienti non ventilati, la troppo poca luce, la poca pulizia; dall'altro, l'azione della muta, e specialmente della quarta, che dà il segnale dello sviluppo del giallume. Il cav. De Filippi lo fa provenire da formazione nelle cellule peritracheali in causa d'una soverchiamente tarda respirazione.

Secondo il dott. Banfi (1), il solvente della seta viene dissipato nel baco sano, mediante la traspirazione, di mano in mano che si separa l'umore serico; nella malattia del giallume, soppressa la traspirazione, il menstuo solamente resta in eccesso, ed agisce su tutte le parti del corpo, non esclusa la seta già secreta, e tutto involge in una generale corruzione.

Che l'umore del baco giallume contenga l'istessa seta ridisciolta, lo proverebbe l'osservazione che nei bachi da seta bianca il loro corpo, anche a malattia inoltrata, si conserva biancastro. D'altra parte devo soggiungere d'aver sezionato alcuni bachi affetti dal giallume e d'avervi trovati tuttavia gli organi della seta della voluta consistenza, e di dimensione fors'anco un poco minore

(1) Banfi Giuseppe, *Il Bombice del moro*. Dissertazione inaugurale. Pavia, 1845. Opuscolo in 8.º, pag. 17 e seguenti.

della normale. Quanti osservarono questa malattia, tutti convengono nel proporre come rimedii, sia preservativi, sia curativi, il tener rari i bachi sui graticci, ed assai ventilato l'ambiente, non che il conservare in giusta relazione la temperatura e lo stato igrometrico dell'ambiente. Il cibo sia poco acquoso, asciutto e netto il letto su cui riposano i vermi, e il male diminuisce.

ARTICOLO III.

Idropisia.

SINONIMIA. — *Lustrini* (Lambruschini); *Lucidezza* (Ciecone); *S'cioppivœula*, *Iusirœula* (dei Lombardi); *Luzzettes* (dei Francesi); *Wassersucht* (dei Tedeschi).

Meno fatale delle due malattie fin qui descritte, ma affine assai all'ultima di esse, è l'*idropisia*, nella quale vediamo il baco assumere presso a poco l'aspetto di quando è affetto dal giallume, sebbene con alcune differenze. Taluni anzi vorrebbero che l'*idropisia* non costituisca una malattia a sè, ma solo una varietà del giallume, attribuendovi anche le medesime cause. Alla quale ultima opinione io non sarei lontano d'accedere, giacchè sembra che in relazione al baco essa nasca da una muta imperfetta, e in rapporto alle circostanze esterne sia collegata grandemente coll'umidità, colla stagnazione dell'aria, ec. Anche questa malattia non compare, per lo più, che nella quarta muta e nell'età seguente. L'ultimo cambiamento della pelle non s'opera nei filugelli che incominciano a soffrire d'*idropisia*, come pure non si stacca nè viene evacuata la membrana interna dell'intestino. Contemporaneamente il tubo intestinale non si vuota come dovrebbe; ed alterata la funzione respiratoria in causa che le trachee non si spogliano dalla vecchia spirale, ne soffre ancora la digestione. Avviene frattanto che mentre il baco mangia, quando dovrebbe essere assopito, il suo corpo ingrossa e la sua pelle tesa e lucida accenna ad una sovrabbondanza d'umori. È per la lucentezza della pelle che i Toscani danno il nome di *lustrini* ai bachi che sono affetti da questa malattia. Gli anelli del torace precedono gli altri nell'enfarsi; poi tutto il corpo si tende al punto che la pelle qua e là vedesi screpolare. Il colore del corpo però si mantiene bianchiccio, e non assume quella tinta gialla che è caratteristica del *giallume*. La seta si mostra più disciolta che nel giallume, ed il sangue presenta globuli del pari disciolti. Dalle fessure che si fanno sul corpo trapela un umore bianchiccio dapprima, poi giallo-bruno, che il baco, movendosi, sparge qua e colà, imbrattando dovunque lascia traccia del suo passaggio. Questo liquido

non tarda a puzzare; ma, come fa notare il Lambruschini, non è atto a propagare la malattia, limitandosi ad insudiciare e a recar noia ai bachi sani, bagnandone la foglia ed il loro giaciglio.

Qualche giorno dopo che il baco ha perduto de' suoi umori, cessa anche di muoversi, e muore lasciando un cadavere schifoso e puzzolente.

Contro questa malattia, che di rado invade con fierezza, si proposero diversi rimedii di maggiore o minor merito. La pulizia e la scelta dei bachi malati allo scopo di gettarli via è il primo rimedio. Quando è ancora incipiente la malattia, pare che giovi assai il sospendere per qualche ora il cibo e dare aria libera a quelli ne' quali appajono i primi sintomi del male. Per l'idropisia, come per l'altre malattie, furono suggeriti suffumigi e di preferenza vapori acidi nell'ambiente; si propose persino di spruzzare la foglia con vino che tenesse sciolta essenza di rosmarino e di storace. È certamente da ascriversi al caso il miglioramento ottenuto da un tale rimedio.

Il marchese Michele Balsamo-Crivelli (1) ritiene che l'idropisia, unitamente alla malattia di cui parlerò nell'articolo seguente, invada anche nella prima età; ciò che a me non occorre mai di vedere.

ARTICOLO IV.

Atrofia.

SINONIMIA. — *Macilenzza, gracilità, rachitismo, cachessia, bachi nani* (Lambruschini); *Languidezza* (Targioni); *Scheranzia* (volg. in Piemonte); *Gattinn, gattinell* (dei Lombardi).

È questa una malattia grave, perchè estesa e perchè talvolta dà morte ad una quantità grande di bachi; a parità d'altre circostanze è forse meno dannosa in questo che i bachi sono colti anche assai presto dall'atrofia, anzi di preferenza presto, sicchè, morendo, i bachi non consumano l'alimento che può compensare in parte il coltivatore della loro perdita. Tale malattia è molto pericolosa per la circostanza ch'essa miete delle vittime continuamente, quantunque a poco a poco, vittime che si sottraggono quasi alla vista per la natura stessa del male, per cui l'educatore se ne accorge solo allora che ha già perduti molti bachi.

Il bacolino affetto dell'atrofia, anzichè crescere, pare che diminuisca di volume; o almeno non crescendo, sembra impicciolito in confronto al grande

(1) M. Balsamo-Crivelli, *Modo di preservare i bachi da seta dalle principali malattie*. Milano, 1854. Opuscolo in 8.º

aumento di volume dei bachi sani suoi compagni. Esso fa pochi movimenti; il cibo ha poche attrattive per esso; l'aria poco stimolo pe' suoi organi, e rimane sotto le foglie nascosto, inerte; oppure si trova isolato sulle sponde dei gratieci, privo di movimento. Ben difficilmente compie la muta, e poco cambia di colore. I bachi si diradano ed occupano minore spazio; se il male li lascia vivere per qualche età, e li colpisce in epoca alquanto inoltrata, il colore del loro corpo si fa giallognolo; pascendosi pochissimo o niente del tutto, la pelle si accartoccia e si raggrinzia sugli organi, i quali s'impiccoliscono anzichè crescere, e la morte che sorviene trova già consunto l'animaletto che ben di rado arriva a tessere qualche po' di bozzolo: e questo, se pure esiste, è piccolo, e spesso riducesi ad un esile velamento che lascia scorgere nell'interno un cadavere piccolo ed annerito.

L'anatomia poco ci svela delle interne alterazioni del baco sia in rapporto a' suoi organi, come in relazione a' suoi umori. Le cause di questa malattia pajono risiedere principalmente nell'imperfezione del seme prodotta o da strappazzo fatto de' bozzoli messi in disparte per avere le uova, o per cattivo metodo di regolare le farfalle, o per cattiva conservazione delle uova stesse durante il verno. I bachi nati da uova conservate all'umido pare che soffrano più facilmente dell'atrofia, a prevenire la quale devesi evitare di sospendere lo sviluppo dell'embrione col mezzo d'un forte abbassamento di temperatura, quand'esso ha già subito un incremento considerevole in causa della stagione avanzata. Secondo alcuni, anche il modo di far schiudere le uova sarebbe causa dell'atrofia, come il mal governo dei bacolini nelle prime epoche. Una stagione costantemente piovosa allora appunto che i bacucci sono appena usciti dalle uova, può generare in essi l'atrofia ed esser fonte di gravissima perdita.

Il ricordato baconomo M. Balsamo-Crivelli espone le cause ed i modi di prevenire l'atrofia in un lungo articolo (1), frutto di più lunga esperienza, al quale rimando volentieri il lettore che desidera approfondirsi nell'argomento e prepararsi a riconoscere ed a combattere una tal malattia ne' suoi bachi.

(1) Operetta citata, pag. 45.

ARTICOLO V.

Morbo rosso.

SINONIMA. — *Bachi rossi* (Lambruschini); *Seme bruciato* (volg. in Toscana);
Bachi scottati (Bals.).

La malattia di cui diamo qui qualche cenno prende il suo nome dal colore che presentano i bachi che ne sono affetti; essa invade di preferenza, direi anzi quasi esclusivamente, i baceucci appena svolti. Allora presentansi rossastri nella pelle, indipendentemente dal colore de' peli; e se il baco arriva di protrarre un poco la sua vita, la tinta rossastra persiste anche quando, per l'aumento del corpo, e pel colore dei peli essa dovrebbe dominare con minore intensità. I bacolini offesi da questa malattia quasi non si muovono, e sono assai ritrosi al cibo; è raro che arrivino a superare la prima muta: tuttavia ve n'ha alcuni che cangia la pelle, ed allora è più probabile che superi anche le mute successive. In questo caso il suo colore s'avvicina sempre più al color normale, senza però raggiungerlo mai, e il baco pare disposto ad una guarigione; l'animale prende sempre poco cibo, e salito lentamente e quasi a stento sul bosco, fa un poverissimo bozzolo che presto si rovina per la putredine del baco. Se la malattia si presenta con poca forza, i più de' bachi fanno il bozzolo, e allora può giovare l'averli conservati; chè, d'ordinario, i bachi rossi vanno gettati, poichè il male non è riparabile, se non in quanto non v'ha consumo di foglia, e i bachi ponno essere rimessi.

Gli autori baconomi attribuiscono parecchie cause a questa malattia, che o da sole, oppure combinate ponno cagionarla. Frequentemente pare doversi ascrivere ad una temperatura troppo elevata nell'epoca della covatura: ecco il perchè è detta anche *seme bruciato*. Quantunque questo caso possa talvolta verificarsi, il Lambruschini però ritiene che tale malattia possa svilupparsi anche tra bachi che si svolsero da uova covate dal calore umano, e ne accagiona di preferenza l'imperfezione del seme, od una intempestiva sospensione dello sviluppo dell'embrione da qualsiasi causa cagionata.

Poco di particolare c'insegna anche qui l'anatomia relativamente ai tessuti del baco affetto dal morbo rosso; il colore non è effetto di un pigmento particolare, ma del tessuto solito che assume il rosso. Lo stato chimico dei liquidi è analogo al normale, se pure non si vuole ritenere il sangue alcun poco più acidetto. Già si è veduto che la malattia di cui si parla è conseguenza di cattiva sorveglianza o di inesperienza nell'arte d'allevare il baco; fortunatamente pare assai limitata, nè porta gravi danni.

ARTICOLO VI.

Apoplessia.

SINONIMIA. — *Soffocamento, asfissia, morti bianchi, morti passi, morti apparenti, trippe, morti di debolezza?* (Targioni); *Passitt* (volg.); *Morts tripés, morts flats, passis, flétris* (dei Francesi); *Schwächlinge, das Ersticken* (dei Tedeschi).

È questa una malattia fatalissima per la rapidità colla quale invade, piuttosto che per la copia delle vittime che colpisce. In Lombardia, forse per la generalizzazione dei buoni metodi di coltura del baco, questa malattia non mena stragi; al dir degli autori, può a poco a poco una intera partita di bachi perir per apoplessia.

Nessun sintomo preconizza il male, nessuno precede la morte; e la morte stessa non è sulle prime avvertita. Il baco è già morto, e sembra ancor vivente; e questo avviene per lo più con larve ben pasciute e vispe che non si supporrebbero mai alla vigilia della loro morte. Questa malattia, che si osserva in tutte le età, è però assai più frequente nelle ultime due, allorquando il baco è più robusto e le sue funzioni nella massima attività; ed è veramente doloroso il vedere qua e là sui graticci i cadaveri di questi animaletti, i quali non presentando traccia alcuna di malore, rende difficilissimo il ritrovarne la causa.

Ben s'apposero coloro che la chiamarono una soffocazione, in quanto che l'apparato maggiormente affetto è il tracheale, apparato che si fa tanto più necessario quanto più il baco si fa grosso e più si nutre. Le trachee alterate nelle loro pareti non permettono il necessario scambio de' principii, scambio che ha luogo quando s'opera il contatto dell'aria col sangue: in ciò si ha la principal ragione prossima della malattia, non la remota, quella per cui s'altera il sistema delle trachee. Se appena questo stato dura, anche la circolazione è alterata, e d'ordinario l'animale non solo non prende più cibo, ma liberasi benanco di quello già assunto, per cui sezionandolo si trova vuoto il tubo intestinale.

Il cadavere è bianco, pastoso e rassomiglia moltissimo a quello del baco che da due o tre ore al più soccombette per calcino. Secondo Charrel, si avrebbe un appannamento nel colore della larva e maggiormente verso i suoi anelli posteriori, ciò che non fu avvertito da altri.

Una speciale floscezza contraddistingue il cadavere del baco soffocato, che più tardi si fa bruno, e per la bocca lascia uscire una goccia di liquido verdastro e trasparente. Dopo quattro ore circa il color bruno passa al nero e il cadavere si decompone.

Intorno alla causa dell'apoplessia, tutti che fecero studio sulle malattie del baco si accordano in riconoscerla in uno stato particolare dell'aria originato da miasmi, umidità e temperatura, che insieme valgono a produrla con tutta la facilità. Si traseuri, sotto date circostanze, una sola notte di premunirsi contro le dette cause, ed al mattino si vedranno i bachi, sparsi qua e là sui cannucci, morti apoplectici; e sarà ancora una fortuna per l'educatore il trovare una mortalità ristretta. L'aria umida, pesante, e calda insieme, quell'unione di circostanze atmosferiche che volgarmente si esprime col nome di *soffoco*, di *caldura*, di *afa*, e sotto cui l'uomo stesso si sente spossato, può facilmente determinare la malattia in discorso; molto più se l'umidità provenisse da poca pulizia dei letti, che allora sarebbe e più diretta e più miasmatica. Da ciò si comprende che soltanto con una continua sorveglianza potrà l'esperto bacojo evitare questa malattia. Gioverà pure moltissimo che sorvegli quei cadaveri per porli in disparte, giacchè i bachi morti apoplectici somigliano in tutto ai morti per calcino; e l'educatore non dovrà tranquillarsi finchè non li abbia veduti spappolarsi e corrompersi. Se non fossero morti d'apoplessia, i cadaveri s'indurirebbero a suo tempo e si coprirebbero di botrite.

In Francia questa malattia ha una sinonimia non molto giusta, poichè in alcuni suoi Dipartimenti si dà il nome di *vers passis* anche agli *arpians*, i quali, secondo Guerin-Méneville, sarebbero bachi offesi da malattia ben diversa, e che consisterebbe in una muta male eseguita, in una cattiva assimilazione degli alimenti, per cui restano molli e flaccidi.

Tanto i bachi morti per vera apoplessia, quanto gli *arpians* ora ricordati, finiscono col trasformarsi in un sacco pieno di nero e fetido umore, fragilissimo, e che toccato scoppia facilmente.

ARTICOLO VII.

Riccioni.

SINONIMIA. — *Frati* (in Toscana); *Marasmo*, *vecchie*, *riccionismo* (Albertazzi); *Riscion* (volg.); *Courts*, *raccourcis* (dei Francesi); *Kürzlinge*, *Trügheit?* (dei Tedeschi).

È questa una malattia singolare, che devesi però ritenere rara e limitata ad alcuni individui sparsi fra bachi che pur si comportano regolarmente. I poveri animali, maturi che siano, si rallentano ne' loro moti, non salgono sul bosco; o salitivi, vi stanno inerti, quasi che o non abbiano fila da emettere, o non lo possano. Frattanto la metamorfosi incalza: il loro corpo si accorcia, gli anelli

s' incurvano, e l'animale si muta in crisalide anche senza aver tessuto punto di bozzolo. Se in queste circostanze vengono loro prestate le massime cure, emettono qualche poco di seta, sia in forma di bozzolo, sia in forma di rivestitura sui corpi che stanno loro vicini, e la muta in crisalide è del resto perfetta.

Spaccati, mostrano seta, non abbondante, ma che pure avrebbe potuto bastare a tessere un bozzolo qualsiasi; per cui devesi cercare altra causa che impedisca al baco di produrlo. A torto si volle accagionare il freddo della mancata tessitura del bozzolo. Io feci già da gran tempo l'esperienza, ripetuta dal marchese Balsamo-Crivelli, di mettere in una ghiacciaja dei bachi maturi, i quali, ad onta di quel freddo e di quel bujo, fecero un ottimo bozzolo, che altro non abbisognò che di asciugare e prendere consistenza all'aria. Lambroschini, al contrario, fa entrare il freddo per qualche cosa nella produzione dei ricioni.

Qualunque ne sia la causa, bisogna sorvegliarli e raccogliarli, facilitar loro le attaceature del filo, e per tal modo se ne può trarre ancora qualche profitto.

ARTICOLO VIII.

Strozzamento.

SINONIMIA. — Vomito.

La malattia conosciuta sotto il nome di *strozzamento*, o de' *bachi strozzati*, differisce poco dai sintomi dell'apoplezia in quanto che vedonsi i bachi morire parimenti senza apparente sede di male, col capo rialzato, con una goccia verde alla bocca, ciò che suggerì l'idea che il baco muoja *strozzato* e che il male consista in un *vomito*. Io ne avrei fatto un' unica malattia, se qui la causa non sembrasse più chiara e se non vi fosse un rimedio anche nello strozzamento. La foglia troppo acquosa, massime se i bachi furono prima abituati ad altra robusta e soda, può cagionare questa malattia che avrebbe luogo da impedita digestione degli alimenti, tanto più se la foglia soffrì qualche alterazione. Accorrendo col rimedio di buona foglia, e prestando le debite cure, può svanire; in caso contrario, il baco muore. Sarà pur bene anche, quando ciò non torni necessario come rimedio, il non mutare qualità di foglia, specialmente negli ultimi di dell'allevamento. Berti-Pichat cita una esperienza, dalla quale risulterebbe che foglia tenerissima fu causa di questa malattia, e che mutata, il male scomparve.

ARTICOLO IX.

Flusso.

SINONIMA. — *Diarrea*, *lenteria* (Meyfedy); *Durchfall* (dei Tedeschi).

Sotto l'influenza di questa malattia, il baco non emette le fecce della consistenza normale, ma evacua una materia liquida, verde-chiara, ed a frequenti riprese. La soverchia umidità e la floscezza della foglia troppo tenera ed acquosa sembrano le cause di tale anormalità. I pratici aggiungono inoltre che le *more* producono facilmente questa malattia, e che, mutata la qualità della foglia, allontanate le more, la malattia a poco a poco svanisce. Quel che è certo si è che il male si guarisce se venga osservato, sorvegliato e curato nei suoi primordii; se lasciassi invecchiare, non è più possibile vincerlo, e i bachi sfiniti muojono. Tranne che nella prima età, in tutte l'altre il baco può andare soggetto a questa malattia. Si deve avvertire che le liquide evacuazioni emesse dal baco affetto da flusso, sono puzzolenti e corrompono l'aria; di che devesi aver cura, affinchè i bachi sani, imbrattandosi, non s'ammalino anche essi. non di flusso, che non è malattia contagiosa, ma di qualsiasi altro male che trovi fomento nella poca pulizia e nei miasmi.

ARTICOLO X.

Chiarelle.

Il Lambruschini (1) cita dei bachi che, mal nutriti, invecchiano anzi tempo, e muojono o senza aver fatto bozzolo, od avendone fatto uno imperfettissimo. A cotesti bachi dà il nome di *chiarelle*, appellazione che spiega l'apparenza loro di bacucci chiari e intristiti. Non si sa se la cattiva nutrizione dipenda o da languidezza di forze digestive o dal non aver trovato cibo sufficiente al bisogno. Checchè ne sia, è malattia assai limitata e pare annunci la prossima maturanza della partita intera. Se per avventura s'abbandona qualche baco in luogo non visto, e là vi soffre digiuno e inedia, prende l'aspetto d'un chiarello. Gli autori in genere non fanno menzione particolare di sì fatta malattia.

(1) Lambruschini, *Intorno al modo*, ec., pag. 222.

ARTICOLO XI.

Negrone.

SINONIMIA. — *Negrone molle, gangrena, sfacelo, negrone duro, tifo* (Lomb. e Tose.);
Marin-marcio (dei Piemontesi).

Intorno a questa malattia si questionò assai tempo, nè ancora s'accordarono i baconomi; da alcuni si ritiene il negrone come il fine naturale di molte malattie; vale a dire, che il cadavere del baco, qual sia stata la causa della morte, può putrefare, annerire ed esser detto morto di negrone. Si vede già dalle premesse parole che noi intendiamo parlare del negrone molle, giacchè il negrone duro sembra essere la gangrena, di cui parlo, combinata col calcino, che predominando collo sviluppo della botrite, rende solido il cadavere. Il signor Ciccone ritiene anche il negrone molle una malattia distinta, analoga alla gangrena ed allo sfacelo nell'umana specie. La causa sarebbe ancora ignota, ma la malattia avrebbe un decorso particolare. « È malattia, dice quest'autore, che s'incontra nell'ultima età del baco, e talvolta lo uccide prima che faccia il bozzolo, più spesso entro il bozzolo a metà fatto e mal lavorato. Nel primo caso, dopo una malattia di alcuni giorni, durante i quali il baco mangia poco, erca incerto per la stuoja, poi impiccolisce, s'accascia e s'aggrinza; e se monta, o è portato al bosco, imbruma e muore; e morto, o rimane sospeso ai bruscoli del bosco, o cade sulla stuoja, e subito si corrompe in una belletta nera, putrida e fetente. Quando il male è men grave, il baco sale a stento sulle frasche, vi si adagia per lavorare il bozzolo, e prima che il compia muore del negrone, vale a dire la imperfetta crisalide si annerisce, muore e si corrompe: onde risulta il bozzolaccio, che è una pessima falloppa macchiata di nero. Il male è insanabile, grave; il meglio che si possa fare è di liberare i sani dalla trista compagnia di questi consorti che nuocciono vivi e morti: bisogna segregare questi affetti; il bozzolaccio loro insudicia, e guasta i bozzoli buoni e porta danno (1). »

La lesione pare cominciare nell'intestino, che pel primo si gangrena e si difonde poi fino alle cute. Nel liquido, se si risolve, è di preferenza alcalino.

(1) Ciccone, *Della Coltivazione*, ec., pag. 207.

APPENDICE.

Codette. — Così chiama il Targioni alcuni bachi che presentano all'ano una vescica trasparente e gelatinosa. Egli pensa che questa possa essere prodotta da materia della seta, la quale, per disposizione morbosa dell'animale, sia uscita da' serbatoi ed esca per l'ano. Io non ebbi mai campo di vedere questa malattia, ma *a priori* posso asserire che tale supposizione non può che essere affatto erronea. Potrà darsi che la seta esca da' suoi serbatoi; ma come poi uscire per l'ano? come penetrare nel cavo dell'intestino se questo non è ferito? e se lo è, come il baco non ne morirebbe ben presto? Io ritengo che la vescichetta citata dal Targioni sia piuttosto qualche procedenza dal retto, possibile sotto morbose contrazioni.

Doppionismo. — Il signor Albertazzi (1) fa del doppionismo una malattia che poi attribuisce alla filantropia ed al cuore tenero del baco, essendo, secondo lui, il doppionismo un solenne esempio di carità fraterna che indarno si cercherebbe fra gli uomini. Il baco sano, a quanto opina il signor Albertazzi, accoglie nel suo abituro un altro baco o ammalato o colpito da mal essere momentaneo, a patto però che questi contribuisca, *conditio sine qua non*, la sua quota serica alla fabbricazione del bozzolo: se per incalzare del morbo o per la morte sopravveniente l'uno dei due non può cooperare alla formazione del doppione, l'altro cerca sollecitamente d'isolarsi per via d'un setto sericeo, donde derivano quei bozzoli che portano un cadavere avviluppato fra gli strati.

Noi invitiamo i baconomi a tenersi attenti intorno al modo compassionevole con cui il baco ammalato domanda ricetto al baco sano già intento a iniziare il bozzolo. Quanta ospitalità e carità regna fra questi preziosi insetti! Gli uomini hanno molto bisogno di siffatte lezioni.

Ecco quanto dice il sig. Albertazzi intorno a questa malattia!

Quest'autore parla nell'opera citata di altre malattie, cui dà lunghissima diagnosi, lunghissima sintomatologia, e lunghissima terapia; l'*insonnia* cioè, il *marasmo* e la *meconite*. Secondo l'A. citato, quest'ultima malattia consiste in una difficoltà di espellere le prime fecce, che esso chiama *meconio* e che dice comparire anche prima che il baco si cibi. Annovera fra i sintomi il rivoltarsi del bacolino facilitando colle mandibole l'uscita delle fecce mentre si presentano

(1) A. Albertazzi, *Metodo naturale e razionale d'allevare i bachi da seta*. Milano, 1855, in 4.°, p. 82.

all'apertura ovale. Quest'è abitudine comune a moltissime larve, che pure percorrono normalmente la loro carriera. L'*Eria* o il *bruco del ricino*, p. e., anche in età avanzata mostra quest'abitudine che molti osservatori rimarcarono e che nessuno s'avvisò di mettere tra le malattie. Dal poco che dicemmo delle malattie osservate e descritte dal sig. Albertazzi, il lettore avrà già compreso quanta poesia faccia l'autore. E il suo libro è tutto del medesimo valore.

(B. PATOLOGIA DELLA FARFALLA.)

Idropisia della farfalla.

Or sono circa due anni che anche fra noi comparve la malattia, già da tempo in Francia conosciuta, la quale attacca non già la larva, ma l'insetto perfetto del bombice del gelso, in modo da rendere minore assai la copia d'uova destinate alla riproduzione, e da lasciare inoltre in dubbio il sericoltore sulla bontà delle uova ottenute. Le apparenze sotto le quali tale malattia si presenta sono varie, e noi distingueremo in essa tre stadii. Sintomo generale è il volume enormemente aumentato dell'addome dell'insetto; il quale sintomo va consociato ad altri, la cui presenza od assenza, forza o debolezza, costituiscono appunto gli stadii del male, che io definirei in riguardo alla facoltà ed attitudine alla procreazione. Nel primo stadio, più debole, coi sintomi dell'idropisia ed altri che verrò descrivendo, le farfalle si accoppiano, e le femmine danno semente più o meno buona; nel secondo, la femmina s'accoppia, ma non dà semente; nel terzo, non s'accoppia neppure.

La farfalla idropica esce dal bozzolo con difficoltà; le sue forme grosse e pesanti sono forse la causa degli ostacoli che prova l'insetto nello sfarfallare, se pure in ciò non concorre un maggior grado di debolezza. Debbo notare avanti tutto, che anche da ottimi bozzoli uscirono farfalle malate. Pare che la femmina a preferenza possa esserne affetta.

L'addome è voluminosissimo, gli anelli sono tesi e gonfi, e gli stessi spazi interanellari sono varicosi e ripieni del liquido interno, il quale, sangue insieme e fluido nutritivo, pare soverchiamente abbondante, per cui gonfia tutte le parti.

Oltre questo sintomo, il corpo ne presenta un altro assai palese, ed è la colorazione in grigio di piombo, talvolta assai intensa, di parte dell'addome, ora due, tre o quattro anelli, ora anche parte dell'ali.

L'abbondanza del liquido interno è tale che le ali ne ricettano perfino fra le pagine loro. Queste leggerissime appendici mostransi sempre aggrinzite come quando la farfalla è appena uscita, nè si distendono per l'afflusso dell'aria nelle

nervature (trachee) che le essicca ed indura. Le ali, pel contrario, mostrano qua e là sulle loro pagine delle vescichette o varici, le quali contengono una o più gocce di sangue, che, premendo, si può far scorrere tra le pagine stesse. Talvolta una pagina scoppia ed una gocciolina viene a trapelare sulla superficie dell'ala, ove, se la farfalla non è toccata (essendo torpida), ha tempo di essiccare. In questo caso il sangue, essiccando, s'abbruna dapprima, e alla fine si trasforma in una materia nera come la pece, e vischiosa, la quale appunto imbratta l'ali, come si è già osservato.

Il sangue della farfalla, veduto al microscopio, è ricchissimo di corpuscoli vibranti e s'annerisce talvolta (non sempre) nel vetro che lo sostiene.

La farfalla così annalata si muove poco; il maschio solo presenta qualche volta ancora dell'agilità e dei desiderii per la femmina, la quale, se versa in un periodo avanzato del morbo, non si presta alla copula, quantunque non si rinvenga alcun vizio organico nelle parti genitali esterne.

Se la femmina arriva a deporre le uova, ne depone poche, con molta lentezza ed a lunghi intervalli. Muore anzi tempo, lasciando un cadavere che si distingue per la lunghezza dell'addome, ancora pieno di uova e fatto quasi a pero. Non posseggo osservazioni dirette sull'esito delle uova che ebbero tale origine e sulle cause probabili di tale malattia. Questo morboso fenomeno, il quale colpisce il nostro animaletto già arrivato all'ultimo stadio della sua vita, e che contemporaneamente accade in un periodo di breve durata, in cui pochissimi sono i suoi rapporti col mondo esterno, riesce ancor più complesso che non quello che costituisce le malattie del baco; così più difficile torna il riconoscerne le cause. S'aggiunga che da troppo poco tempo abbiamo fra noi questa malattia perchè si possano diradare le tenebre che avvolgono quest'oscuro argomento. Facciamo voti che manchino le occasioni a tali studii, e che nella coltivazione del baco non s'abbia a noverare un flagello di più.

CAPO II.

TERATOLOGIA DEL BOMBICE DEL GELSO.

La teratologia degli insetti vanta già delle osservazioni assai interessanti e non pochi casi di mostruosità, i quali ponno spargere molta luce sulla formazione dell'embrione. I varii casi citati parlano però di preferenza dell'insetto perfetto, e sventuratamente gli osservatori non ci danno mai il riscontro dello stesso individuo allo stato di larva, onde desumere quale mostruosità offriva

questa corrispondenza a quella dell'insetto offerta nell'ultimo stadio del suo sviluppo. Il cav. Carlo Bassi fu tra i più felici osservatori di siffatte naturali aberrazioni dell'organismo degl'insetti, e gli Annali della Società Entomologica racchiudono parecchie sue osservazioni in proposito.

A. *Teratologia della farfalla.* — Un sol caso mi venne comunicato di mostruosità nel bombice perfetto, osservato in un individuo che possedeva da un lato un doppio arto; ma intorno a questo caso nulla so di più particolarizzato.

B. *Teratologia della larva.* — Un caso di mostruosità nella larva mi venne fatto conoscere dal suddetto signor Bassi, pel quale formò l'argomento di una Nota letta nella seduta del 10 settembre 1854 alla Società Entomologica di Parigi; questa Nota era accompagnata da un disegno e doveva essere accolta negli Annali di quella Società; ma per non so qual motivo (ignoto allo stesso autore) quella Nota e quel disegno non videro la luce. Riuscirà pertanto assai più interessante la comunicazione fattami dal distinto mio amico, e ancora inedita, che qui trascrivo tradotta, conservando l'integrità del manoscritto.

È il segretario signor Lucas che riporta la comunicazione del signor Bassi.

« Il signor cav. Bassi pone sotto gli occhi della Società il disegno d'un baco da seta che offriva una disposizione affatto anormale del 6.^o, 7.^o ed 8.^o anello del corpo (fig. 277, 278, 279, Tav. XV). Esso lo rinvenne allo stato di maturanza, e si faceva rimarcare per la sua andatura un poco difficile. Il 6.^o e l'8.^o anello si ravvicinavano fra loro sulla linea mediana del dorso, allontanando totalmente il 7.^o anello che vi mancava, e formava contemporaneamente dai due lati un rigonfiamento.

» Una sensibile depressione indicava questo punto di ravvicinamento dei due anelli sulla linea dorsale. La terza zampa membranosa dal lato sinistro (fig. 279) mancava totalmente, e la stigma corrispondente era un poco più piccola delle altre. Ad eccezione di questa zampa che mancava, non osservavasi nessun'altra anomalia sulla parte inferiore e ventrale. Le pulsazioni del vaso dorsale erano normali; e solo eravi della difficoltà o dell'ingorgo al sito della depressione dorsale sopra indicata.

» In breve la larva cominciò a perdere della seta ed a mostrare quell'inquietudine che è particolare alle larve che si preparano a filare il proprio bozzolo. Ma, ad eccezione di alcuni fili qua e là gettati, essa stette ancora per 18 ore senza intraprendere il suo lavoro. Alla perfine ella si mise all'opera quando gli anelli del suo corpo si erano già sensibilmente rigonfiati e raeoreciati, e il colore del corpo fatto più giallo, come lo si vede d'ordinario nelle larve che sono già racchiuse nel loro bozzolo.

» Essa cangiò di posto, sempre filando, almeno per sette od otto volte e passò

così una giornata intera, durante la quale perdette tutta la parte bianca della seta senza che il bozzolo fosse incominciato.

» Frattanto la lunghezza del suo corpo erasi diminuita, gli anelli eransi fatti più rigonfi e le divisioni più sensibili. Il vaso dorsale si distingueva per un colore bruno nerastro, e ad ogni pulsazione si poteva vedere lo stesso colore propagarsi lungo il solco che esisteva a sinistra fra il 7.^o e l'8.^o anello, ed a destra fra il 6.^o ed il 7.^o, come se un'ancurisma si fosse trovata in quella località. Avendo alla perfine racchiuso la larva in una scatola, ella filò un bozzolo assai leggero e che mancava di tutto l'inviluppo di seta bianca, di cui i bozzoli sono per lo più ricoperti all'interno. Avendo aperto questo bozzolo dopo parecchi giorni, la larva vi si trovò morta mentre aveva già attinte le dimensioni della crisalide, il che prova che il lavoro della metamorfosi era quasi completo. »

In questo caso si ha a deplorare la morte della larva, la quale se fosse vissuta, capitata fra le mani di tanto distinto ed accurato osservatore, quale è da tutti conosciuto il cavaliere Bassi, avrebbe fatto conoscere l'influenza di tale mostruosità nel passaggio dell'animale allo stato perfetto.

CAPO III.

PARASSITI.

Sulle sostanze organiche che circondano il baco durante il suo allevamento sia da lui prodotte, come sarebbero i suoi escrementi, sia a lui apportate, come gli avanzi della foglia che servì a' suoi pasti, si producono e si svolgono diverse muffe di cui io raccolsi alcune figure. Anche il corpo del baco o della farfalla morta non ne vanno esenti. Insomma, ovunque stanno sostanze organiche in decomposizione, si trovano muffe, nè è quindi a meravigliarsi che se ne trovino sopra il letto del baco da seta in fermentazione, sopra le sue fecce, e nel suo corpo fatto cadavere.

Una parte della Tavola XV è destinata a mostrare le muffe che io a caso rinvenni. Alcune specie appartengono a forme conosciute ed egregiamente descritte e figurate nella Micologia del Corda. Altre specie, al contrario, io non saprei indicare che fossero precisamente; e la mia ignoranza in micologia, se non è sufficiente scusa al mio silenzio, ne è però sufficiente causa.

Io mi limito qui a figurare e descrivere le specie vegetabili da me osservate. Altri a questa mia semplice indicazione potrà aggiungere osservazioni assai più importanti, tanto di micologia descrittiva, quanto di fisiologia

micologica; io sarò lieto d'aver promosso sì fatti studii che anche in una semplice monografia del Bombice del gelso troverebbero il loro posto.

Sulle fecce, che non asciugano subito, svolgesi frequentemente una specie particolare di muffa che pare appartenere alla numerosa famiglia delle *Stilbine* di Corda (1), le specie della quale famiglia convergono in ciò che il tallo è eretto, filamentoso, privo di setole, le spore semplici coarcervate e conglutinate irregolarmente in capituli terminali. La specie da me osservata (fig. 264 A) appartiene assai probabilmente al genere *Rhopalomyces* di Corda, i di cui caratteri sono i talli semplici, continui, ornati in alto da un capitulo omogeneo, che contiene le sporule verrucose. Queste rendono il capitulo aculeato, sporgendo da esso colla loro estremità libera. Con probabilità è il *R. elegans* che cresce sulle sostanze vegetabili.

A questa stessa famiglia appartenerrebbe la muffa rappresentata dalla figura 266 B.; la quale di preferenza sembra spettare, pei capituli non aculeati ed altri caratteri, al genere *Periconiu* di Persoon, e precisamente alla *P. byssoides*, le cui spore sono conglobate, omogenee, farinose. La trovai sulla foglia e sulla farfalla.

Sulla farfalla stata all'umido e mista colla *Botrytis bassiana* rinvenni ancora una bellissima muffa appartenente alla grande famiglia delle *Mucoridie*, in cui gli sporangi sono vescicoliformi, stipati, le spore semplici incluse in uno sporangio, l'ifasma effuso e molle. Sta rappresentata questa muffa nella figura 264 B. Dubiterci se questa specie potesse appartenere al genere *Mucor* di Micheli, cui però s'avvicinerebbe assai. Io non la vidi che colla spora già quasi libera nello sporangio.

Propria dei letti alti trovai ancora una specie appartenente al genere *Stachyobotrys* di Corda, compresa nella famiglia delle *Arthrobotrydew*, questa caratterizzata dalle spore septate o didime collocate all'estremità o ai nodi dei talli. quello della forma particolare di queste spore, le quali solamente io potei osservare, e che convergono assai colle spore dello *Stachyobotrys atra* figurata dal Corda (2).

La figura 267 rappresenta la *Botrytis eana* di Kunz e Chem., che si trova sulle foglie disseccate; l'osservò anche il Vittadini: *a*, sono gli steli con rami forniti all'estremità di sporule; *b*, le sporule a grappolo; *c*, dei cristalli

(1) Corda, *Anleitung zum Studium der Mycologie*. Prag., 1842, pag. LXIV e 58. Idem, *Prachtflora*, etc., p. 3, Tab. B. 20, f. 1-3.

(2) Corda, Op. cit., tab. B, scomparto 18, fig. 8.

prismatici, di cui taluni vedonsi nell'interno dello stelo; *d*, le sporule germoglianti; lo stesso si vede in *c* e *d* della figura 268.

Sul cadavere delle farfalle putrefascenti si trova talvolta una muffa appartenente al genere *Penicillium* Link, che si distingue per gli steli eretti con sepimenti, a differenza del vicin genere *Rhodocephalus* Corda, che li ha senza sepimenti, e il genere *Briarea* che li possiede geniculati. Le spore sono moniliformi, in catenelle semplici sporgenti all'estremità dei rami secondari, che sorgono a foggia di pennello. La specie trovata è l'*Aspergillum glaucum* di Fries (fig. 268, Tav. XV).

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE

TAVOLA I.

Fig.^a 1-15.

- Fig. 1. Microscopio di Henkel. — *A, A* base dell'istrumento. — *B* tamburo cavo in cui stanno tre aperture: λ, λ , ampia, quadrata per dar accesso alla luce; *S, S* rettangolare, pel passaggio del manico *o* motore del diaframma *n*; la terza superiore chiusa dalla piattaforma. — *C, C* piattaforma che fa da porta-oggetti, appendiculata per sostenere la colonna triangolare *D*, la quale porta il braccio *D'*, cui s'attacca l'anello *E* che riceve il tubo delle lenti. — *F, F, G* tubi scorrenti l'un nell'altro. — *H* oculare. — *I* obbiettivi. — *L* ampia apertura centrale del porta-oggetti per cui passa il diaframma *n*, mosso dal braccio di leva *o*. — *m* specchio posto nel vuoto del tamburo. — *p* vite per piccoli movimenti verticali del tubo portatore delle lenti.
- » 2. Camera lucida di Henkel di profilo. — *g* tubo verticale che si sostituisce all'oculare del microscopio (fig. 1). — *T* vite per assicurarlo. — *A, B, D, E, F* corpo della camera lucida. — *G, H* cerchiello che circonda l'estremità *F*, e che sostiene l'asticina *J* portatrice del prisma *P''*. — *P'* è il prisma grande che comincia a far deviare l'immagine.
- » 3. La stessa veduta dall'alto. — Le stesse lettere indicano le stesse parti — *G, H, J* sostegno del prisma *P''*, circondato dall'anello nero *M*, che assorbe la luce diffusa quando s'applica l'occhio sul prisma *P''*.
- » 4. Porta-lente di Strauss modificato. — La modificazione consiste nell'aver reso mobile tutto l'apparecchio lungo l'asta *C, D*, mediante i due anelli *E, E* e la molla *M, M* che esercita la forza necessaria. Sostenuta dalle aste snodate *F, G, H, I, L*, la lente *P* gode di tutti i movimenti.
- » 4 bis. Lente cilindrica bi-convessa, di $\frac{1}{2}$ pollice di fuoco.
- » 5. Microtomo di Strauss. — *B* corpo dello strumento. — *A, A'* branche appuntate, taglienti, che tentano allontanarsi. — *R, S* rotelle scorrenti sul passo di vite *C*, che impediscono il soverchio aprirsi e chiudersi delle branche.
- » 6. Plesio-micrometro. — *A* laminetta metallica graduata su un lato e portata dall'asticina *B*.
- » 7. Lo stesso. — La scala micrometrica è terminale.

- Fig. 8. 8 *bis.*, e 9. Aghi per tagliare e diradare le parti, ora curvi, ora fatti a lancia, ora dritti.
- „ 9 *bis.* Siringa di Charrière per le iniezioni; due terzi del vero.
- „ 10. Estremità mobile della stessa siringa, che vi si adatta a sfregamento.
- „ 11. Stantuffo della stessa siringa, detto a doppio effetto. Si comprende facilmente la disposizione del euajo che lo costituisce.
- „ 12. Stantuffo come sopra, spaccato per mostrare come stanno ferme o ripiegate le due lamine di euajo.
- „ 13. Vaso per eterizzare i bachi da farsi morire; questi vengono collocati nel canestrino *A* sospeso tra i vapori anestetici.
- „ 14. Catinella di vetro circolare per le sezioni.
- „ 15. Apparecchio adoperato per sperimentare l'acidità del sangue del baco. Caricato l'istrumento, nell'estremità grossa si ha acqua di barite; nell'affilata, sangue e bicarbonato sodico.

TAVOLA II.

Bombice del gelso ne' diversi suoi stadii.

Fig. 16-23.

- Fig. 16. Bombice del gelso allo stato di larva. — L'insetto è visto dal dorso e giace su una frasca di *Morus alba*.
- „ 17. Lo stesso visto di profilo.
- „ 18. Lo stesso veduto di sotto. — In queste tre figure sono indicate le divisioni, gli anelli e le stigme coi loro rispettivi numeri.
- „ 16 *bis.* Lo stesso, prima del terzo letargo.
- „ 19. Bombice del gelso allo stato di crisalide. — La larva è veduta di sopra. — *M*, *M* capo. — *L*, *L* corsaletto. — *X* traccia dei segni del 8.^o anello della larva. — 4-12 numero degli anelli.
- „ 20. Lo stesso veduto di fianco. — *M* capo. — *L* corsaletto. — *A* sito delle ali. — *B* sito delle antenne. — *E* sito degli occhi. — *F* sito del primo paio di zampe. — 4-12 anelli.
- „ 21. Lo stesso veduto di sotto. — *e* antenne. — *f*, *g*, *h*, primo, secondo, terzo paio di zampe. — *q* occhio.
- „ 22. Bombice del gelso allo stato perfetto. — Farfalla femmina (Farfalla della seta; *Seidenschmetterlinge* dei Tedeschi; *parpaj* dei Milanesi).
- „ 23. Bombice del gelso allo stato perfetto. — Farfalla maschio (*Farfallino* dei Toscani).
- „ 23 *bis.* *A*, *B*, *C*. Forme normali di bozzoli.
- „ 23 *ter.* *A*, *B*, *C* principali mostruosità de' bozzoli.

TAVOLA III.

*Superficie del baco.*Fig.^a 24-30.

- Fig. 24. Testa del baco veduta inferiormente. — *A, A* lamine parietali. — *L, V, L* porzione basale e posteriore del labbro. — *A', A'* porzione basale dei palpi labiali. — *B, F, G* tre articoli formanti i palpi labiali. — *H, M, N, P* articoli dei palpi mascellari. — *I, I* mascelle. — β, γ filiera che porta sulla parte libera una papilla provveduta del pertugio *a*, da cui esce il filo μ . — δ, δ palpi della filiera. — *O* occhi.
- » 25. Testa del baco veduta superiormente. L'individuo offriva un epopiu oblungo del solito, le seaglie laterali molto ellittiche. — *A, A* lamine parietali. — *B* seaglia interlaterale o frontale. — *C, C* parte posteriore del labbro. — *D* parte anteriore smarginata del labbro che si vede isolato nella fig. 25 bis. — *I, I* mascelle. — *H, M, N, P* articoli de' palpi mascellari. — *O, O* occhi.
- » 26. Testa del baco veduta dal lato destro. — *A* seaglia parietale, laterale destra. — *B, F, G* articoli dei palpi labiali. — *V* parte mediana del labbro. — *A'* porzione basale dei palpi. — *H, M, N, P* palpi mascellari o antenne. — *a* apertura della filiera.
- » 27, 28. Primi anelli del corpo del baco allungati o contratti.
- » 29. Palpo mascellare isolato o antenna. — *O* occhi. — *a* primo articolo. — ϵ cerchiello rigido che separa il primo dal secondo articolo. — λ, β parti del secondo articolo. — ϱ cerchiello rigido a cui succede altra porzione molle ξ con cui termina il secondo articolo. — δ terzo ed ultimo articolo munito di due peli.
- » 30. Epidermide del baco minutamente pertugiata: in *A* offre una piega. — *B, B'* peli che s'impiantano sull'epidermide.
- » 31. Zampe vere per mostrare le parti rigide e molli di cui si compongono.
- » 32. Reticolo malpighiano e derma bianco attraversato da grossi pertugi ellittici. Nella figura è segnato *A, A*, e sta sopra un pezzo di epidermide *B, B* munito de' suoi peli *C, C*.
- » 33. Cellule di chitina ad un forte ingrandimento.
- » 34. Sezione trasversale del baco. — *a* sezione del vaso dorsale, — *b* dell'intestino, — *c, c* dei tubi setiferi, — *d* del cordone nervoso, — *e, e* delle zampe, — *f, f* delle stigme. — *g, g* sezione longitudinale delle trachee, — *h* dei piani muscolari, — *i* degli otto tubi renali dorsali. Sotto l'intestino si vede anche la sezione dei quattro vasi ventrali.
- » 35. Estremità posteriore del corpo del baco. — 11.^o e 12.^o anello; l'11.^o porta il cornetto *D* breve, posto sulla sua base *C*; l'anello 12.^o si vede constare di tre parti: della mediana *A* che copre l'ano, e delle laterali *B, B*.
- » 36. Stigma ingrandito dodici volte. — *a, a* cerchio esterno nero. — *b, b* battenti della rima, striati. — *c* rima che dà ingresso all'aria. — *f, f* solchi della pelle prossimi alla stigma corrispondente all'attaccatura interna de' muscoli; vi si vedono anche dei peli *d, d*.

- Fig. 57. Mascelle isolate *I, I*. — *C* labbro che le copre.
- » 58. Occhi isolati, modo con cui sono disposti.
- » 59. Una mascella veduta sotto tre aspetti per mostrare la diversità delle superficie che la limitano.
- » 40. Zampa intermedia molto rigonfia al punto di divenire quasi cilindrica. — *a', a'', a'''* parti in cui si può scomporre, separate da stringimenti; l'ultima è la più conica. — Il disco terminale si compone di *c*, porzione esterna, piccola, separata per mezzo della linea *e* da *d*, porzione interna del disco e che porta gli uncini. — *g* stigma. — *b* cerechiello di sostanza rigida che precede il disco.
- » 41. Disco d'una zampa membranosa.
- » 42. Zampa membranosa meno rigonfia di quella indicata nella figura 40, e rappresentata quando nei moti progressivi del baco rimane obliqua.
- » 45. Zampa membranosa del paio posteriore o anale.
- » 44. Uncino di sostanza dura isolato. — *d'* porzione che sta impiantata nella cute. — *d''* porzione libera.
- » 43. Macchia dell'8.^o anello. — *a* spazio circondato da un cerechiello di varia larghezza cilestrino. — *b* area bruna che lo circonda.
- » 46. Macchia del 5.^o anello. — *a* linea azzurra. — *b* aurcola bruna. — *d, d'* strisce nere dell'aureola.
- » 47. Macchie di parecchi anelli del corpo. — *a, a..* grandi aree punteggiate posteriori. — *b, b..* piccole aree punteggiate, anteriori.
- » 48. Mascella veduta per la base onde mostrare come sia vacua. — *A* cavità interna. — *a* margine dell'apertura. — *e* condilo. — *B* superficie esterna concava veduta in iscorecio. — *D* margine dentellato. — *c, c* muscoli motori delle mascelle.
- » 49. Pelo del baco appena sbucciato dall'uovo, col margine dentato.
- » 50. Pelo di baco adulto.

TAVOLA IV.

Fig.^a 81-89.

- Fig. 81. Intestino del baco da seta, veduto dal dorso. — *A, C* esofago. — *A, B* sua porzione cilindrica. — *B, C* sua porzione imbutiforme. — *C, D* stomaco elilifico. — *D, E* tenue. — *E, F* cingolo che divide il tenue dal cieco. — *F, G, H* cieco. — *H, J, I* retto. — *L, L'* muscoli che cingono tutto l'intestino nella sua regione stomacale; divisi in sei fasci principali 1...6; l'abbandonano per inserirsi all'involucro comune alla decima divisione *l, l'*. — *Z, Z'* altri muscoletti che tengono in posto l'esofago, e che s'attaccano all'orlo dell'apertura posteriore del capo. — *T T', t t'* rigonfiamenti o fondi ciechi dello stomaco subito dopo l'attaccatura dell'esofago. — *UuuU, VvvV*, rigonfiamenti analoghi del cieco, che fanno cambiare assai di forma questa parte dell'intestino secondo che è piena o vacua di fecc. — *S, S* vasi uriniferi che, sorti intorno al retto *I*,

si portano ai lati del cieco formando quattro tubi distinti: *O, O'* esterni; *P, P'*, interni. — *O, O'* salgono sullo stomaco fino in *M, M'* assai serpentinati, e ne discendono formando due vasi *Q, Q'*, che, giunti in *Y, Y'*, si portano sulla faccia ventrale. — I vasi *P, P'* salgono fino ad *N, N'*, ridiscendono quasi lungo la linea mediana fino in *K, K'* per portarsi pure sulla regione laterale. — Δ, Δ' fascia duplice muscolare mediana a cui mettono capo i muscoli circolari della parete dell'intestino. — π, π ghiandola salivale.

- Fig. 82. Intestino del baco da seta veduto di sotto. — *A, B* esofago. — *C, D* intestino o stomaco chilifico. — *D, F* tenue. — *F, H* cieco appena punteggiato. — *H, I* retto. — $\Delta\Delta, \Delta\Delta$ cordoni muscolari mediani. — *Z, Z'* muscoli che tengono l'esofago in posto. — π, π ghiandole salivari. — *M, M* ghiandole esofagee. — *S, S'* origine dei vasi renali. — *o, o'* pajo inferiore che scorre lungo lo stomaco chilifico, arriva fino in *m, m'*, indi retrocede in *q, q'*, e s'ingrossa finchè in *W* riceve lo sbocco dei vasi renali dorsali. — In *X* questi vasi penetrano nell'intestino.
- » 85. Sezione verticale longitudinale del baco. — *A* capo. — *B* corpo diviso in dodici anelli. — *C, C, C* zampe nere. — *D, D...* zampe membranose. — *E, E* stomaco chilifico. — *F* ano. — *G, G* porzione dell'apparato malpighiano. — *H, H* apparato del seritterio. — *I, I* canal pulsante che scorre lungo il dorso. — *L* sistema nervoso. — *l* ganglio sopra-esofageo.
- » 86. Cieco gonfio da materie raccolte e ingrandito; i cingoli diventano più palesi. — *D* fine dello stomaco chilifico. — *D, F* tenue. — *E, F* suo cingolo. — *F, H* cieco diviso dallo stringimento *G*. — *UuuU, VvvV* rigonfiamenti. — *H, I* retto ampolliforme. — *H'* stringimento.
- » 87. Lo stesso. Solo il primo scompartimento del cieco è rigonfio.
- » 88. Sbocco dei vasi malpighiani di fianco. — *c, d* vasi superiori che confluiscono in *r*. — *b* vaso inferiore che col primo costituisce il tubo unico *a* il quale sbocca nell'intestino. I rigonfiamenti del cieco vi sono indicati.
- » 89. Sezione dell'intestino poco sopra il cieco (lungo la linea *A, B*, fig. 85). — *a, a...* rigonfiamenti, ec. — *b* spessore della parete intestinale. — *c* fondo dello stomaco chilifico. — *d* sfinteri tra esso e il cieco.
- » 88, 89. Forme varie che prendono le fecce del baco.
- » 89 bis. — Micropilo del baco da seta. — *m* micropili, talvolta chiusi nell'uovo deposto, e formati di quattro esili forellini, ora ben distinti ora fusi in uno solo. — *a* corona di cellule filiformi che circonda i micropili; — *b* serie esterna di cellule simili. — *c* aureola del guscio di parete più esile attorno al micropilo. — *d* guscio colle sue seropolature, di spessore eguale in tutte le parti dell'uovo.
- » 89 ter A. — Micropilo dell'uovo della *Saturnia Cynthia*. — *m* micropilo unico. — *a* rosetta di cellule filiformi più allungate. — *c* guscio.
- » 89 ter B. — Micropilo dell'uovo della *Pavonia major*. — *m* micropilo. — *a* rosetta che lo circonda.

TAVOLA V.

Istologia del sistema digerente.

Fig.ª 60-74.

- Fig. 60. Porzione di ghiandola salivale. — *A, A* membrana esterna. — *B, B* follicoli secretori. — *C, C* loro nucleo. — *O, O* parete della ghiandola in cui stanno impiantati i follicoli. — *D, D* canale centrale in cui scorre il liquido secreto. — *L* legamento della ghiandola.
- ” 61. La stessa più ingrandita. — *A, A* membrana esterna. — *B, B* follicolo. — *C, C* porzione centrale secernente. — *O, O* parete grossa della ghiandola. — *E, E* sbocco dei follicoli nel canale centrale. — *D, D* canale centrale.
- ” 62. Tessuto cellulare o adiposo. — *A, B, C* lobi in cui si divide. — *T* ramo tracheale che si dirige ad essi. — *a, b, b* rami minori che penetrano nell'interno d'ogni lobo. — *c, c, c* membrana esterna. — *d, d, d* globuli adiposi.
- ” 63. Membrana interna anista dello stomaco, o ventricolo chilifico.
- ” 64. Cellule nucleate che secernono il succo gastrico. — In *A* il loro contenuto è meno granulare che in *B*.
- ” 65. Tunica muscolare dello stomaco. — *a a', a a'* fasci muscolari trasversi. — *b b', b b'* fasci muscolari longitudinali. — *c c' c' c* fascio massimo longitudinale corrispondente alla linea mediana dello stomaco. — *ss, ss* muscoli della tonaca che stanno collocati tra i fasci principali ora indicati.
- ” 66. Muscoli staccati di questa tonaca a rigonfiamenti, striati trasversalmente.
- ” 67. Piastre *a, a, a, a*, di punte chitinee che si trovano presso lo sbocco dei vasi malpighiani o renali sulla parete intestinale. — *b, b, b* linee arcuate di eguali punte poste nella stessa parete al di dietro delle piastre.
- ” 68. Ghiandola esofagea. — *a, a* parete dei lobi ghiandolari. — *b, b* cellule nucleate. — *c, c* sostanza granulare delle cellule.
- ” 69. Le cellule nucleate della ghiandola esofagea più ingrandite.
- ” 70. Vasi malpighiani ingranditi per mostrare le loro curve, e come la porzione loro secernente l'umore urinoso occupa solo la parete formando un tubo.
- ” 71. Trachee che vanno ai vasi malpighiani onde tenerne unite e serrate le anse.
- ” 72. Vasi malpighiani. — *A* parete. — *C, C, C* follicoli secernenti. — *B* liquido secreto composto di corpuscoli vibranti.
- ” 73 A. — Vaso malpighiano che mostra il contenuto nel suo interno, per cui viene limitato il canale che ne occupa la lunghezza. — *a, a* contenuto stipato. — *b, b* parete.
- ” 73 B. — Corpuscoli vibranti a forte ingrandimento.
- ” 74. Vaso malpighiano presso il suo sbocco nell'intestino. I follicoli secretori sono più piccoli, più rari, meno regolari.

TAVOLA VI.

*Sistema nervoso della larva.*Fig.^a 75-87.

- Fig. 75 e 76. Sistema nervoso del baco da seta. — La fig. 75 rappresenta il sistema nervoso profondo, e che si appalesa al di sopra dei muscoli spaccando il bruco pel dorso, e levandone i visceri. — La fig. 76 rappresenta lo strato che passa sopra i muscoli, e che arriva sotto la cute; strato che nel bruco aperto, per essere veduto, occorre sia tolto il primo strato de' muscoli sotto-cutanei.
- » 77. Terzo (*A*) e quarto (*B*) ganglio, della catena mediana per mostrare la relazione tra essi e i nervi respiratorii. — *d* ganglio triangolare mediano appoggiato ai cordoni intergangliari divaricati. — *a* ramo che si dirige alla stigma corrispondente e dà i ramoscelli *f, g, h*. — *f* è il più interessante perchè si salda sul ramo anteriore che parte dal ganglio susseguente. — *e* ramoscello nervoso che dal triangolo gangliiforme del nervo respiratorio va al ganglio posteriore.
- » 78. Formazione dei ganglii che risultano dalla fusione di due ganglii primitivamente sempre più separati. — In *A, B, C, D* si mostra la fusione sempre maggiore col crescere dello sviluppo (sei volte più del vero).
- » 79. Struttura del tubo nervoso composto d'una guaina, e delle fibrille interne.
- » 80. Elementi nervosi isolati. — γ, γ cellule primitive circondate da una membrana esterna. — λ, λ nucleo. — ν, ν nucleolo. — π, π materia granulosa dell'interno. — σ, σ fibre che ne partono talvolta ramificate.
- » 81. *A, B* filamento nervoso per mostrare l'andamento serpentino delle trachee che vi corrono sopra.
- » 82. Sistema nervoso del capo assai ingrandito e divaricato per vederlo meglio. — *A, A* lobi del ganglio sopra-esofageo. — *B* 2.^o ganglio (1.^o sotto-esofageo). — *C* 3.^o ganglio. — *D* ganglio impari frontale. — *E, E* primi ganglii splanenici pari. — *F, F* secondi ganglii splanenici pari.
- Gli altri rami segnati con lettere minuscole e greche sono i rami di unione tra questi ganglii e di irradiazione alle parti.
- » 83. Forma che talvolta offre il primo ganglio sotto-esofageo.
- » 84. I due ultimi ganglii (*A* il 12.^o, *B* il 13.^o) per mostrare la loro intima composizione. — α, α neurilema. — β, β fibre primitive che li attraversano. — δ, δ fibre primitive che si diffondono nelle cellule nervee. — ν cellule nervose. Nell'alto della figura *a, a* mostrano un nervo respiratorio. — *b b, c c, d d, e e, f f, g g* sono i rami che partono simmetrici dai ganglii come nella figura 83.
- » 85. Gli stessi per mostrare il modo di comportarsi delle trachee, e il modo di appalesarsi della sostanza nervosa non per trasparenza. — *a, a* nervi respiratorii. — *b, b* pajo anteriore del 12.^o ganglio. — *c, c* pajo posteriore. — *d, d* pajo esterno del 13.^o ganglio. — *e, e* pajo medio esterno. — *f, f* pajo medio interno. — *g, g* pajo mediano. — *m, m* grosso ramo tracheale.

- Fig. 86. Sesto ganglio visto come il 12.^o e 15.^o della fig. 85. — *b, b* pajo anteriore di nervi. — *c, c* pajo posteriore. — *h* cordone connettivo al 5.^o ganglio. — *l, l* cordone connettivo al 7.^o — *m, m* trachee dal 4.^o pajo di stigme.
- » 87. Lo stesso, visto come il 12.^o e 15.^o nella figura 84. — Le stesse lettere indicano le stesse parti come nella fig. 86. — *a, a* neurilema. — *ς, ς* cellule nervose. — *β, β* fibre che attraversano il ganglio, e di cui una parte perdesi nella sua sostanza nervea.

TAVOLA VII.

*Sistema respiratorio della larva.*Fig.^a 88-99.

Fig. 88 e 89. Sistema respiratorio o tracheale del bruco spaccato pel dorso. — La fig. 88 rappresenta le trachee profonde, quelle che appajono appena sparato il corpo dell'animale. — *A, A* . . . ramo interstigmatico che scorre da una stigma all'altra; da ogni stigma parte un ceppo di trachee, di cui i rami interni *B* . . . , *C* . . . danno suddivisioni *D* . . . *E* . . . *P* . . . *II* . . . *U* . . . all'intestino ed ai muscoli; i rami esterni *M* . . . , *h* . . . , *i* . . . danno rami ai muscoli del dorso; in questa figura i rami che partiti dalla stigma vanno verso la cute segnati *g* all'esterno, ω all'interno, cessano al passar sotto dei muscoli, e si vedono completi nella figura 89. — *i* . . . *ix* nodi o manicotti. — ω, ω (primo anello) rami che vanno al capo. — ς, γ (12.^o anello) rami che si portano al retto e all'ano.

La fig. 89 rappresenta le trachee sotto-cutanee; ω ramo che va alla linea mediana inferiore. — δ . . . , μ . . . , λ . . . divisioni e suddivisioni di questo ramo ω , che finisce nei manicotti ventrali *A'* ^{1..11}. — *g* . . . ramo esterno colle sue divisioni.

- » 90. Manicotto o nodo interstigmatico; *a* porzione priva di membrana spirale in cui si vede la base dei pungoli interni.
- » 90 *bis*. Lo stesso. Il minore ingrandimento fa vedere il manicotto solo punteggiato.
- » 91. Manicotto tagliato. — *B, B* trachea. — *A, A* membrana del manicotto. — *P, P* pungoli interni.
- » 92. Trachea. — *a, a* membrana esterna. — *b, b* filo spirale. — *c, c* porzione di questo filo svolta.
- » 95. Trachea che offre ancora nella membrana esterna un avanzo di cellule *a, a, a*. — *b, b* membrana spirale.
- » 94. Centro d'emanazione delle trachee dal vestibolo, dietro le stigme. — *A, A* tronchi interstigmatici. — *B, B* rami esterni. — *C, C, C* rami interni.
- » 95. Vestibolo che giace subito dopo la stigma, e da cui partono i tronchi tracheali. Si vede il suo interno, e lo sbocco in questo delle trachee. — *O, O* orletto con cui aderiva alla stigma. — *I* interno del vestibolo. — *A, A* tronchi interstigmatici. — *B, B* tronchi esterni. — *B', B'* loro sbocco nel vestibolo. — *C, C, C* tronchi interni. — *C', C', C'* loro sbocco nel vestibolo. — *b* piccolo tronco non costante.
- » 96. Stigma o apertura esterna delle trachee. — *O, O* orletto bruno che la circonda. — *L, L* lamina cornea striato-radiata che chiude la stigma e lascia solo nel mezzo la fessura o rima *R, R*.

Fig. 97. Stigma di profilo. — *O, O* sezione trasversa dell'orletto. — *L, L* sezione della lamina. — *R* margine della rima veduta di profilo. La stigma giace in una fossa formata da un avvallamento della pelle munita di peli *P, P*. — *p, p* peli della stigma.

- » 98. Ramificazione tracheale per mostrare come diversamente si appalesano le trachee che sono occupate da aria o da acqua. Gli spazii oscuri *B, B, B* sono pieni di aria, che occupa la parte centrale e porzione dei piccoli tronchi. — *A, A, A* spazii ove penetrò l'acqua che li rende trasparenti e chiari; di preferenza i grossi ricevono l'acqua.
- » 99. Ramificazione tracheale che, compressa sotto il microscopio, abbandona l'aria che contiene. — *A, A* bolle d'aria che escono per l'estremità aperta dei tubi.

TAVOLA VIII.

*Sistema circolatorio e muscolare della larva.*Fig.^a 100-110.

Fig. 100. Centro circolatorio. — *A, B* vaso dorsale che offre degli allargamenti in ogni anello senza vere valvole nell'interno. — 1...10 ali con cui è tenuto in posto, e formate in parte da fascetti veramente muscolari *m, m', m'', m'''* (ala 9.^a), misti ad una rete d'aspetto ghiandolare. — *T, T* borse genitali collocate tra la 3.^a e la 6.^a stigma, e poggiate sulla 6.^a ala.

- » 101. Sangue del baco. — *a, a* globuli rotondi. — *a, a* globuli echinati, che internamente hanno dei granuli, i quali talvolta trovansi isolati (*c', c'*). — *b, b* globuli oleosi. — *c, c* corpuscoli vibranti. — *d, d* cellule granulate.
- » 102. Rete ghiandolare che costituisce per la massima parte le ali del canale pulsante. — *a, a* porzioni che confluiscono. — *a', a'* porzioni che terminano libere. — *b, b* muscoli.
- » 103. Varicosità offerte da alcuni muscoli, e più spesso dai due muscoletti che nel 2.^o e 3.^o anello s'incrociano nella linea mediana centrale (fig. 106-107).
- » 104. Muscoletto assai ingrandito, e diviso ne' suoi fasci primitivi, mostra le striature trasversali.
- » 103. Muscolo composto, risultante cioè dei nastri muscolari *a...f* colle loro attaccature, alla divisione degli anelli; — *a'...f', a''...f''* principio dei nastri tesi nei due anelli contigui.
- » 106-107. Baco da seta sparato pel dorso lungo la linea mediana superiore, e levati i visceri onde mostrare gli strati muscolari. — La fig. 106 mostra lo strato più profondo nel baco e più superficiale nella preparazione. — La fig. 107 mostra lo strato muscolare intermedio nel baco, e che nel cadavere aperto resta sottoposto allo strato della figura 106, che fu levato.
- » 108. Mostra lo strato superficiale dei muscoli, che toccano direttamente la cute, ma che nella preparazione essendo i più profondi, resero necessario, onde essere messi a nudo, che si levassero i due strati della figura 106 e 107.
- » 109. Muscolo, con forti fibre striate, e su cui si diramano abbondanti le trachee.
- » 110. Nodosità offerte da parecchi muscoli, tra gli altri da quelli del capo.

TAVOLA IX.

*Sistema riproduttore della larva.*Fig.^a 111-128.

- Fig. 111. Organi genitali della larva a varie epoche del suo sviluppo, in grandezza naturale. — *A* dopo il primo letargo. — *B* dopo il secondo. — *C* dopo il terzo. — *D* dopo il quarto. — *E* dopo il quinto.
- » 112. Borsa ovarica dopo il 4.^o assopimento; vicino alla maturanza. (*A* in grandezza un po' più di 2 volte il naturale. — *B* ingrandito 17 volte). — *a* legamento proprio anteriore. — *b* *idem* posteriore interno. — *c, c* *gubernaculum testis*, o legamento posteriore esterno. — *d* membrana esterna. — *e, e* parenchima della borsa in cui si sviluppano i tubi degli ovarii. — *f, f* trachee che vengono dalla 8.^a stigma, e vanno sulla borsa ovarica. — *h* indizio delle uova come trapajono all'esterno.
- » 112 *bis*. Uova sviluppate chiuse nell'ovario mentre si coprono del guscio — *B, B' B'', B'''* estremità del micropilo, che è centro di chitinizzazione per la calotta piccola anteriore. — *A...A'''* calotta posteriore maggiore dell'uovo. — *X, X'* linea obliqua su cui s'incontrano le due porzioni.
- » 113. Membrana granulosa degli organi genitali della larva.
- » 113 *bis*. Contenuto dell'uovo durante la prima porzione dell'inverno. — *a, a* sfere vitelline aggruppate. — *b, b* globuli di grasso. — *c, c* sfere vitelline isolate più grosse. — *d* le stesse scavate di cellule minori. — *e* embrione avvolto e immerso nei globuli vitellini uniformi *g, g*.
- » 114. Trachea che si versa sulla borsa ovarica, assai ingrandita, e suo decorso particolare.
- » 114 *bis*. Membrana a grosse cellule, nucleate, poligone, che comparte il colore all'uovo che si appresta a produrre il germe.
- » 115. Porzione del tubo ovarico ove si formano le uova. — *a, a* membrana esterna. — *b, b* membrana interna. — *g, g* materia addensata all'estremità in cui si generano le vescicole germinative *c, c*. — *m, m* vescicole vitelline. — *au, au* aureola vitellina.
- » 115 *bis*. Struttura del guscio. — *A, B* nel suo contorno. — *C*, nelle facce piane.
- » 115 *ter*. Uovo ingrandito. — *A* di facciata, — *B* di profilo. — *d* depressione o cavità laterale. — *c* micropilo.
- » 117. Porzione inferiore della borsa copulatrice, nel sito ove nel suo interno convergono le estremità dei quattro tubi ovarici colle uova prima di perforare la membrana e di sbuciarne fuori.
- » 118. Estremità finale del tubo ovarico, contenente le uova, di cui si vede il contenuto come nelle due figure seguenti.
- » 118 *bis*. Contenuto dell'uovo dopo due giorni dalla deposizione.

- Fig. 119. Uova non ancora coperte dal guscio, ed in cui si vedono bene gli elementi costitutivi. — *h* vescicola germinativa. — *i* nucleo. — *v* aureola vitellina. — *m, m* vescicole vitelline; il tutto avvolto dal *limbus*.
- » 119 *bis*. Embrione nella seconda metà del verno. — *A* estremità cefalica. — *t, 2, 5* anelli toracici appendicolati. — *4...12* anelli addominali.
- » 120. Uovo ancor nell'ovario non coperto da guscio. — *aa, bb* membrana esterna e interna del tubo ovarico. — *b' b'* divisione tra uovo e uovo. — *h, h* vescicola germinativa. — *i, i* corpo germinativo o nucleolo. — *v, v* aureola vitellina. — *m, m* cellule o vescicole vitelline; il tutto circondato dal *limbus* e.
- » 120 *bis*. Contenuto dell'uovo appena deposto.
- » 121. Borsa genitale maschile (*A* grandezza naturale — *B* ingrandita). — *a* attaccatura anteriore. — *b* attaccatura posteriore interna. — *c* attaccatura posteriore esterna. — *d, d* membrana esterna. — *f, f* trachee. — *g* contenuto.
- » 122. Elementi del seme durante il suo sviluppo. — *a, a* sostanza liquida finamente granulosa in cui gli altri elementi stanno sospesi. — *b, b* cellule nucleate trasparentissime. — *c, c* grosse cellule con palesi vescicole interne che si modificano nei filamenti spermatici cambiando anche di forma come in *d, d*.
- » 123. Gli stessi. Consta qui il liquido esclusivamente di un ammasso di cellule vescicolari.
- » 124. Gli stessi. Le stesse lettere indicano gli stessi elementi come nella fig. 122.
- » 125. Sperma a completo sviluppo ancora nel corpo del maschio; *f, f* cellule spermatofores assai allungate, e sempre più cilindriche; *i, i* estremità tondeggianti, ove gli spermatozoi mettono capo colla loro estremità grossa.
- » 126 e 127. Spermatoforo. — *a* membrana esterna. — *h* estremità ingrossata degli spermatozoi. — *h'* loro coda. — *i* estremità anteriore dello spermatoforo. — *i'* estremità attenuata di esso.
- » 128. Spermatozoi isolati vibranti. — *h, h* estremità ingrossata. — *h' h'* corpo filiforme o coda.
- » 128 *bis*. Contenuto dell'uovo nello stadio che tien dietro a quello della fig. 118 *bis*.

TAVOLA X

Metamorfosi in crisalide ed apparato della seta.

Fig.^a 129-160.

Fig. 129. Crisalide veduta di sotto (4 volte il vero). — *7...12* anelli. — *A, A* porzione corrispondente alle ali dell'insetto perfetto. — *BB, CC, DD* primo, secondo, e terzo paio di zampe. — *E, E* occhi. — *F, F* antenne. — *G* piastra interoculare, corrispondente ai palpi dell'insetto perfetto. — *H* porzione corrispondente al capo. — *u, u...* traccia delle zampe membranose del baco. — *v, v...* porzione centrale di queste.

- Fig. 150. Forma singolare cui si riduce il baco prima di farsi crisalide.
- " 151. Crisalide veduta di sopra. — *A* piastra dorsale. — *B, B* espansioni delle ali. — *F, F* occhi. — *H* porzione interoculare. — 5-12 anelli. — *r, r* traccia delle macchie semilunari del 8.^o anello (Vedi fig. 46).
- " 152. Capsule ovariche che lasciano uscire i tubi contenenti le uova. — *A* nel primo giorno di loro uscita — *B* nel terzo. — *a, a* estremità superiore — *a'* estremità inferiore; *b* filo che li conduce ove fondersi assieme.
- " 153. Crisalide femmina prossima a divenire animale perfetto. — *A* esofago. — *B* stomaco accorciato. — *D* tenue. — *E* vescica urinaria. — *F* sua porzione stretta con cui s'apre all'esterno. Si vedono le principali trachee, e sono tracciati i vasi malpighiani ed ovarici.
- " 154. Fibra muscolare.
- " 155. Tubo intestinale che tien dietro a quello rappresentato nella figura 137. Si vede come il ventricolo chilifico si stringa subito dietro l'esofago.
- " 156. Estremità superiori degli ovarii. — Le porzioni terminali piegate assieme.
- " 157. Apparato digerente della crisalide nel primo giorno di vita. — *A* esofago. — *B, B* stomaco chilifero — *D* tenue — *E* cieco — *F* retto. — *I, I* sezione dell'involuppo chitinoso. — *S, S* stigme. — *Z, Z* muscoli. — *T, T* rami interstigmatici.
- " 158. Estremità isolata e ingrandita d'un ovario. — *M, M* membrana esterna. — *m, m* membrana interna. — *A* estremità espansa. — *B* germi che non matureranno.
- " 159. Muscoli dell'esofago.
- " 140. Spoglia della crisalide lasciata dalla farfalla nel bozzolo.
- " 141. Crisalide vista di profilo. — Vi si vedono l'intestino che s'accorcia, le capsule ovariche che mandano fuori i loro tubi ovigeri, il sistema nervoso co' suoi gangli 1 . . . 13.
- " 142. Estremità anteriore dello stomaco chilifico, veduta internamente quando si chiude.
- " 143. Muta dell'esofago. — *A* ventricolo chilifico. — *F* nuovo esofago. — *G* antico esofago che viene espulso attaccato al capo.
- " 144. Tessuto cellulo-adiposo della larva in *a a*, che si modifica in quello della crisalide in *b*, costituendo una membrana di nuova formazione.
- " 143. Parti interne del baco quando assume la forma di crisalide (fig. 137).
- " 146. Lobi cellulo-adiposi sostenuti dalle trachee.
- " 147. Lobo più ingrandito. — *A* materia adiposa. — *B* trachea.
- " 148. Membrana della vescicola aerea in una crisalide di otto giorni, mentre si forma dalle cellule del tessuto cellulare.
- " 149. Membrana già costituita.
- " 150. Muta della membrana interna del retto.
- " 151. Muta ultima del capo quando il baco ne esce crisalide. — *a, b* scaglie parietali allontanate. — *c* scaglia interparietale. — *d* membrana interna dell'esofago che si muta e cade col capo.
- " 152. Seritterio svolto. — *a* canale risultante dalla fusione dei due tubi $\beta \beta'$ isolati. — $\beta \Delta, \beta' \Delta'$ porzione esile. — $\Delta \gamma \varepsilon \lambda, \Delta' \gamma' \varepsilon' \lambda'$ serbatoio. — $\lambda \mu \nu \pi, \lambda' \mu' \nu' \pi'$ porzione ghiandolare. — γ, γ' ghiandole acinose del signor De Filippi.

- Fig. 183. Spaccato del capo per mostrare il modo d'unirsi dei due tubi esili del scritterio. — β, β tubetti ancora disgiunti. — ω, λ porzione unica dell'apparato del sericiterio. — Δ, Δ muscoli motori. — δ palpi della filiera. — λ apertura da cui esce il filo μ . — H, M, N, P palpi mascellari o antenne.
- " 184. Filiera assai ingrandita veduta di sopra. — β corpo. — δ, δ base dei palpi. — γ, γ palpi. — σ, τ porzione media. — α papilla terminale. — λ apertura.
- " 188. Filiera veduta di sotto per mostrare le laminette chitinee, dure, che danno forza alle parti terminali della filiera.
- " 186. Filiera di sopra (fig. 184) ma spaccata. — β, β corpo. — ε porzione museolare centrale in cui si approfonda il tubo unico. — α papilla. — δ palpi della filiera. — λ apertura. — ψ, ψ porzione esile del sericiterio ancor disgiunta ne' suoi due tubetti. — Δ, Δ muscoli. — ζ porzione fusa dei due apparati. — J, J parte mediana del labbro.
- " 187. Disposizione delle parti che compongono un tubetto della porzione esile dell'apparato serico. — A, A tubo del sericiterio. — B involuppo glutinoso del filo. — C materia serica propriamente detta.
- " 188. Apparenza del filo serico. — a, a le due bave di cui consta. — b, b filo fatto unico. — c, c una bava che fa ansa. — d glutine rappreso lungo il filo. — λ, λ , goccioline di liquido.
- " 189. Seta CC che stando i serbatoi serici nell'acqua, si spande fuori di essi per endosmosi dell'acqua. — B seta contenuta ancora. — C' seta espansa fuori dall'apertura D .
- " 160. Struttura dell'involuppo membranoso del sericiterio a varia epoca dello sviluppo del baco:
- A, A nel baco della quinta età, veduto di fianco.
 B " " veduto di prospetto.
 C, C le lamine si separano nell'atrofizzarsi dell'apparato del sericiterio.
 D, D si fanno assai striate.
 E le striature si isolano.

TAVOLA XI.

*Istologia.*Fig.^a 161-187.

- Fig. 161. Capo del baco poco prima di spogliarsi; a sinistra le parti vedonsi di prospetto; a destra di profilo. — b, b vecchio capo cadente. — a, a nuovo capo al di dietro del primo. — c, c primo anello. — d, d prima stigma. — i rughe della pelle dietro il capo. — Più sotto la figura le lettere e, e, d offrono le porzioni del capo prima e dopo la muta.
- " 162-164. Formazione dell'epidermide del capo.
- " 168. Trachea di prim'ordine in attualità di formazione. — a vecchia spira. — b, b cellule addossate ad essa ed alla nuova spira c, c che si forma.

- Fig. 166. Porzione di grossa trachea, levata la spira nuova esterna. — *a* vecchia spira. — *b, b* cellule formatrici della nuova.
- » 167. Trachea priva della spira esterna, e ridotta alla sola interna.
- » 168. Trachea dell'insetto perfetto. — *a, a* spazi ampi striati interspirali. — *c, c* giri di spira assai rari. — *b* sito del manicotto o nodo.
- » 169. Tessuto celluloso-adiposo di cui si formano i nuovi tessuti.
- » 170. Formazione o istogenesi dei muscoli. — *a, a* cellule muscolari. — *b, b* le stesse ellittiche allungate. — *c, c* ancor più allungate e striate di trasverso. — *d, d* fasci muscolari.
- » 171. Antenna in formazione: *a* trachea che la percorre. — *b, b* rami cui dà origine la trachea centrale, e disposti ai lati di essa come le barbe d'una penna.
- » 172. Spoglia abbandonata dal baco. — *a, a* striata in corrispondenza degli anelli. — *b, b* spoglia delle zampe membranose posteriori. — *c, d* spoglia dell'intestino. — *e e'*, *e e'* spoglia delle trachee.
- » 173. Muscoli della larva in decomposizione.
- » 174. Lembo muscolare colle trachee che vi scorrono sopra.
- » 175. Cute chitinoso della farfalla, con qualche squamma *b, b* — e molti tubi *a, a* sostenitori della squamma, deposti in simmetria.
- » 176. Formazione della lamina dell'ala. — *a, a* membrana delle pagine che si forma dal liquido generale. — *b, b* trachee che costituiscono le nervature *b', b'*. — *M, M* lembo dell'ala.
- » 177. Formazione delle squamme da principio ampollose nelle loro estremità.
- » 178, 179, 180, 181, 182. Forma varia che hanno le squamme nelle diverse località e nei diversi momenti di loro formazione.
- » 183. Struttura d'una squamma. — *a, a* membrana inferiore della squamma. — *b, b* membrana a rialzi, striata. — *c, c* membrana granulata. — *i* peduncolo. — *h* estremità articolare. — *f* capo articolare del tubo squammifero. — *g* tubo squammifero. — *e* periferia della sua base con cui è impiantato sulla cute.
- » 184, 185, 186, 187. Forma varia che hanno le squamme nelle diverse località e nei diversi momenti di loro formazione.

TAVOLA XII.

*Insetto perfetto.*Fig.^a 188-216.

- Fig. 188. Farfalla femmina aperta per mostrare la posizione interna dei visceri (veduta dal dorso); gli ovarii furono tenuti più piccoli della proporzione per lasciar vedere le altre parti.
- » 189. La stessa, veduta di fianco.
- » 190. Sistema cutaneo chitinoso della farfalla, veduta superiormente.
- » 191. Lo stesso, veduta la farfalla di fianco dal lato destro.
- » 192. Lo stesso, veduta dal di sotto. Nel lato sinistro dell'insetto furono levate le zampe per mettere a nudo l'attaccatura loro e le parti che avrebbero coperte.

Fig. 193. Primo paio di zampe o zampe anteriori. — Σ trocantere. — β coscia. — Δ gamba. γ ... μ tarso.

- » 194. Secondo paio di zampe o zampe medie. — Lettere come sopra.
- » 194 *bis e ter.* Stigmate dell'insetto perfetto. — a semicerchio non completo che fa un margine della rima stigmatica. — b, c rami che si approfondano, ed a cui s'attaccano i muscoli onde aprire la stigma.
- » 198. Terzo paio di zampe o zampe posteriori. Le stesse lettere indicano le stesse parti che nelle figure 193 e 194.
- » 196. Ghiandole esofagee e del scriverio. — a esofago. — b, b ghiandole dell'esofago. — c, c organi della seta atrofici.
- » 197. Ghiandole del cieco e della vescica urinaria. — aa, bb muscoli delle pareti. — c, c grandi cellule contenenti le più piccole d, d , con granulazioni f, f e nucleo.
- » 198. Ghiandole del scriverio ingrandite. — b, b globuli alineati nel tubetto a, a . — b' globuli isolati.
- » 199. Ghiandole dello stomaco a sacchetto. — a trachea. — b, b membranella del sacchetto. — c, c cellule nucleate. — d, d nuclei.
- » 200. Corpuscoli vibranti del liquido urinoso della farfalla.
- » 201. Uova nel loro ovidotto ingrandite di dieci diametri, e allontanate un poco onde mostrare come il tubo ovarico si stringe fra ogni uova.
- » 202. Sistema digerente (De Filippi) isolato e ingrandito. — a esofago. — b vescica aerea. — i, i ghiandola esofagea. — h, h avanzi degli organi sericci. — d tenue. — e vescica urinaria. — f, f sue ghiandole. — K retto. — g, g vasi renali.
- » 203. Ali in grandezza naturale.
- » 204. Tarso; a, b sua lamina chitinoso cui s'attaccano i muscoli che lo muovono.
- » 208. Palpi molli dell'insetto perfetto composti di tre parti A, A, B, C . — M, M articolazione. — $X\Lambda, X\Delta$ peli.
- » 206. Paraptero.
- » 207. Trocantere del secondo paio di zampe, che manda nel corsaletto le due lamine O, G su cui s'attaccano i muscoli. — N nervo.
- » 208. Gamba coi muscoli m, o, g , il nervo N , le trachee T che entrano nella coscia.
- » 209. Coscia coi muscoli; il nervo che entra nel trocantere pei movimenti.
- » 210. Terminazione emisferica in cui sboccano all'esterno l'ovario e la vescica dell'urina. — a', b' le due esilissime aperture.
- » 211. Origine delle antenne. — a articolo della base. — 1...3... barboline secondarie.
- » 212. Spaccato dell'antenna assai ingrandito. — A sezione del tubo principale che forma l'asta dell'antenna. — d, d sezione d'una barbolina. — a, a sezione d'un semi-canale che scorre sul dorso dell'asta. — δ, δ barboline secondarie.
- » 213. Articoli di cui si compongono le antenne.
- » 214. Trocantere co' suoi muscoli. — o, m, g, N nervi e trachee. — T trachea.
- » 218. Capo delle farfalle veduto di fronte e ingrandito tre volte.
- » 216. Lo stesso capo, per mostrare come talvolta è più largo. — A, A antenne. — B articolo basilare. — C corsaletto in scorcio. — O, O occhi. — P, P palpi. — $ll, l' l'$ barbe delle antenne.

TAVOLA XIII.

*Sistema nervoso della crisalide e della farfalla.*Fig.^o 217-252.

- Fig. 217. Sistema nervoso della larva al massimo grado di sviluppo, tre volte più grande del vero. I numeri indicano i ganglii.
- " 218. Lo stesso appena filato il bozzolo.
- " 219. Lo stesso un giorno dopo aver compiuto il bozzolo.
- " 220. Sistema nervoso della crisalide nel primo suo giorno.
- " 221. Lo stesso dopo tre giorni.
- " 222. Lo stesso dopo cinque giorni.
- " 223. Lo stesso dopo sette giorni, già quasi eguale a quello dell'insetto perfetto.
- " 224. Sistema nervoso dell'insetto perfetto. I numeri indicano i ganglii. — *A* e *B* sono più specialmente i toracici. — *a, b, c, d, f, g* sono i cordoni intergangliari. — *z, z, o o* i ganglii splancnici pari coi loro rami d'unione col sistema pari. — *λ, μ, σ', σ', σ, σ* rami che vanno nelle zampe. — *a, b* rami che sorgono dal 3.^o, 6.^o, 7.^o e 8.^o ganglio. — 1, 2, 3, 4, 5, 6 rami partenti dall'ultimo ganglio.
- " 225. Ganglio sopra-esofageo veduto superiormente. — *B* corpo del ganglio. — *A C, A C* sue appendici. — *D, D* continuazione del ganglio formante il nervo ottico. — *E, E* sua estremità. — *d, d* nervo antennale. — ψ ganglio frontale. — *F* primo ganglio sotto-esofageo.
- " 226. Lo stesso, veduto dal di sotto. — Le stesse lettere indicano le stesse parti. — *F* ganglio sotto-esofageo, che si vede per di sopra e copre in parte *B*, porzione centrale del ganglio sopra-esofageo.
- " 227. Terzo e quarto ganglio sotto-intestinali, talora avvicinatissimi.
- " 228. Nervo ottico *D, E*, colla retina *C*, la coroide *B, B* e l'origine dei nervi ottici secondarii *F*.
- " 229. Estremità terminale dei nervi ottici secondarii. — *G* rigonfiamento nerveo offerto dai filamenti di dietro dei coni cristallini *I*.
- " 250. Cornea ad aree esagonali, corrispondenti ognuna ad un cono cristallino e ad un nervo ottico secondario.
- " 251. Sezioni del nervo ottico. — *A* presso l'argine. — *B* presso le funi.
- " 252. Nervi ottici secondarii *F, F*, terminati dai loro rigonfiamenti *G*, e dai loro coni cristallini *I*. — *C* retina.

TAVOLA XIV.

Sistema riproduttore dell'insetto perfetto.

Fig.^s 255-286.

- Fig. 255. Apparato maschile. — *A, A'* testicoli colle loro trachee *v, v* e i loro nervi. — *B, B'* ilo del testicolo. — *C, C'', C'''* tubi deferenti circonvoluti. — *F, F'* allargamento genicolato dei deferenti. — *D, E* vescicola seminale che copre la compagna, sulla cui estremità posteriore si inseriscono le ghiandole accessorie *G', G''*, composte di due tubi che si dividono in *H*, scorrono in *I, I'* e terminano in *L, L'*. Le vescicole seminali all'estremità anteriore *E* si continuano col l'unico condotto eiaculatore *O, O*, che termina alla base della verga *S* attraversando il cerchione *T, T', Q, R*.
- » 255 *bis*. Lo stesso nelle prime epoche del suo sviluppo.
- » 256. Vescicole seminali ingrandite 25 volte, e vedute di fronte. Le stesse lettere indicano le stesse parti. — *X, Y* indicano la linea mediana sulla quale il duplice apparato è saldato.
- » 258. Estremità delle ghiandole accessorie mucipare, entrambe col loro fondo cieco *a, a*. — *B* sezione dei due tubi. — *C* fondo cieco ingrandito per vederne la struttura.
- » 256. Organi genitali esterni resi visibili mediante l'ablazione dell'ultimo anello, veduti di profilo.
- » 257. Gli stessi, in cui essendosi lasciato in posto l'ultimo anello, non sporgono che le estremità di essi organi esterni.
- » 258. Lamina dell'arco ventrale dell'ultimo anello. — *A* veduta esternamente. — *B* internamente. — *C* di profilo trasversalmente. — *D* di profilo longitudinalmente.
- » 259. Apparato genitale esterno veduto di profilo.
- » 240. Lo stesso veduto di fronte.
- » 241. Pene e museoli motori.
- » 242. Pene veduto di profilo.
- » 245. Asta chitinosa del pene — *A* di fronte — *B* di profilo.
- » 244. Uneino ingrandito che serve d'attacco tra il maschio e la femmina.
- » 243. Apparato genitale femminile (*NB*. le parti vennero stirate ed allontanate per rendere più intelligibile la figura, ed evitarne la confusione.) — *A* borsa copulatrice. — *B* il suo condotto che riceve il pene. — *C* il suo sbocco nel fondo dell'imbuto della lamina copulatrice *D*. — *E* condotto seminale dalla borsa nell'utero, talvolta tortuoso. — *F* borsa accessoria. — *G* sua appendice (vedi fig. 246). — *H* suo condotto che si allarga inserendosi sull'utero. — *I, I* ovidotti. — *L, L, L', L'...* tubi ovarici. — *m, m* loro rigonfiamenti. — *K, K, K', K'...* estremità loro, vero ovario. — *M, M* utero ove accade la fecondazione. — *N, N* serbatoi delle ghiandole gommigene. — *N', N'* loro condotto. — *N'', N''* loro ghiandola secertrice. — *O* breve condotto per cui sboccano nell'utero. — *P* vagina. —

Q vulva. — *R* estremità emisferica esterna: organo ovopositore. — *S* ano. — *U* condotto che parte dalla vescicola *V* dell'urina. — *T* porzione di questa compresa nell'eminenza emisferica. — *X, Y, Z* intestino tenue.

- Fig. 243 bis. Estremità ingrandita d'un fondo cieco della ghiandola del glutine. — La porzione che secerne è aderente alla parete *a*, e nel fondo cieco *b, b*. — *c* canale centrale.
- » 246. Vescica accessoria che varia assai nella sua forma; varietà presentate sotto le lettere *A, B, C, D, E, F, G, H*.
- » 247. Estremità dell'addome della farfalla, dalla parte del ventre. — *A* ultimo anello. — *B* margine sporgente della lamina copulatrice. — *C* apertura dell'utero. — *D* apertura della vescica urinaria.
- » 248. La stessa, levato l'anello *A* della figura 247, ove si vede nel fondo della lamina *B* l'apertura δ per cui passa il pene. — *C* sbocco degli ovarii. — *D* ano.
- » 249. Organi genitali in posto.
- » 250. Lamina copulatrice colla borsa copulatrice staccate.
- » 251. Epitelio pavimentoso interno dei tubi ovariei.
- » 252. Muscoli del piano muscoloso dei tubi ovariei.
- » 253. Piastra ed uncino per la copula.
- » 254. Estremità dell'addome delle femmine colle borse erettile *B, B* distese. — *A* organo ovopositore emisferico.
- » 255. La stessa colle borse flacide. — Le lettere come nella figura 254.
- » 256. Ovarii che discendono verso la parte posteriore del corpo della femmina, e di cui la parte estrema inferiore non è ancora metamorfosata nell'ovidotto.

TAVOLA XV.

Fig.^a 257-279.

- Fig. 257. *Botrytis Bassiana* Bals. — *a, a* micelio. — *b, b* talli. — *c, c* sporule.
- » 258. Botrite vegetante per talli.
- » 259. Botrite vegetante per conidii.
- » 260. Sangue normale del baco da seta.
- » 261. Sangue morbosso del baco da seta, mentre si sviluppano i conidii (Vittadini).
- » 262. Cristalli che vedonsi nel sangue del baco.
- » 263. Efflorescenza salina che si forma sul baco da seta.
- » 264. *A. Rhopalomyces elegans?* — *B. Mucor.* sp.?
- » 265. Sangue del baco morto di giallume, a globuli grassosi — *A* più aggruppati — *B* meno riuniti.
- » 266. *A. Stachyobotrys atra.* Corda; sulle foglie del gelso. — *B. Periconia* sp.?
- » 267. *Botrytis cana* Kuntz vegetante sulla foglia del gelso.
- » 268. La stessa in una parte della figura, nell'altra il *Penicillium sparsum* di Fries.

Bombice decrepito.

- Fig. 269. Apparato digerente che si scompone.
» 270. Apparato genitale della farfalla con ovarii vuoti. — *m, m* principio assai distinto dell'ovidotto.
» 271. Apparato genitale del farfallino che si scompone.
» 272. Sistema nervoso che si distrugge.
» 275. Cieco della farfalla morta — intestino villosa assai ingrandito.
» 274. Tunica intestinale i cui muscoli si dissolvono.
» 278. Organi della seta. — *A* assai ingranditi — *B* di grandezza naturale, e ridotti ad un piccolo ammasso di color ranciato.
» 276. Testicolo atrofico.

Teratologia.

- » 277-279. Baco mostruoso per la soppressione d'un anello nel lato sinistro (fig. 279).
(C. Bassi.)

INDICE

PARTE I. — NOTIZIE PRELIMINARI	Pag.	3
CAPO I. Cenni storici	"	<i>ivi</i>
" II. Metodo di osservazione seguito in questa Monografia.	"	35
" III. Zoologia del Bombyce del gelso	"	50
" IV. Bibliografia del Bombyce del gelso	"	54
PARTE II. — ANATOMIA DEL BOMBYCE DEL GELSO	"	88
CAPO I. Anatomia della larva del Bombyce	"	<i>ivi</i>
Articolo I. Superficie del corpo della larva e sistema cutaneo	"	<i>ivi</i>
" II. Sistema digerente	"	104
" III. Sistema respiratorio	"	109
" IV. Sistema nervoso	"	122
" V. Sistema circolatorio	"	135
" VI. Sistema seceretore	"	140
" VII. Sistema muscolare	"	145
" VIII. Sistema generatore.	"	155
APPENDICE AL CAPO I. — Proprietà fisico-chimiche della seta considerata fuori dell'organismo del baco	"	160
CAPO II. Anatomia della crisalide	"	171
Articolo I. Superficie della crisalide	"	<i>ivi</i>
" II. Istologia e formazione dei principali organi del l'insetto perfetto sotto le apparenze della cri- salide	"	174
CAPO III. Anatomia della farfalla	"	182
Articolo I. Superficie del corpo della farfalla e sistema eu- taneo	"	<i>ivi</i>
" II. Sistema digerente	"	196
" III. Sistema respiratorio e muscolare	"	199
" IV. Sistema circolatorio	"	201
" V. Sistema nervoso ed organi de' sensi	"	203
" VI. Sistema seceretore ed eseretore	"	209
" VII. Sistema riproduttore	"	212
APPENDICE AL CAPO II. — Del baco deerepito	"	224

PARTE III. — FISILOGIA DEL BOMBICE DEL GELSO Pag. 228

CAPO I. Costumi, mute, metamorfosi e riproduzione " 229

" II. Fisiologia speciale dei sistemi " 270

Articolo I. Della nutrizione " *ivi*

" II. Della respirazione " 281

" III. Della circolazione " 291

" IV. Delle funzioni di relazione " 297

" V. Della secrezione della seta " 305

" VI. Della fecondazione " 307

CAPO III. Fisiologia dell'uovo. — Embriogenia " 316

PARTE IV. — PATOLOGIA DEL BACO DA SETA " 332

CAPO I. Malattie del bombice del gelso " *ivi**(A. Malattie della larva.)*

Articolo I. Del calcino " 333

" II. Del giallume " 348

" III. Idropisia " 351

" IV. Atrofia " 352

" V. Morbo rosso " 354

" VI. Apoplessia " 355

" VII. Riccioni " 356

" VIII. Strozzamento " 357

" IX. Flusso " 358

" X. Chiarelle " *ivi*

" XI. Negrone " 359

Appendice " 360

(B. Patologia della farfalla.)

Idropisia della farfalla " 361

CAPO II. Teratologia del bombice del gelso " 362

" III. Parassiti " 364

Spiegazione delle Tavole " 367

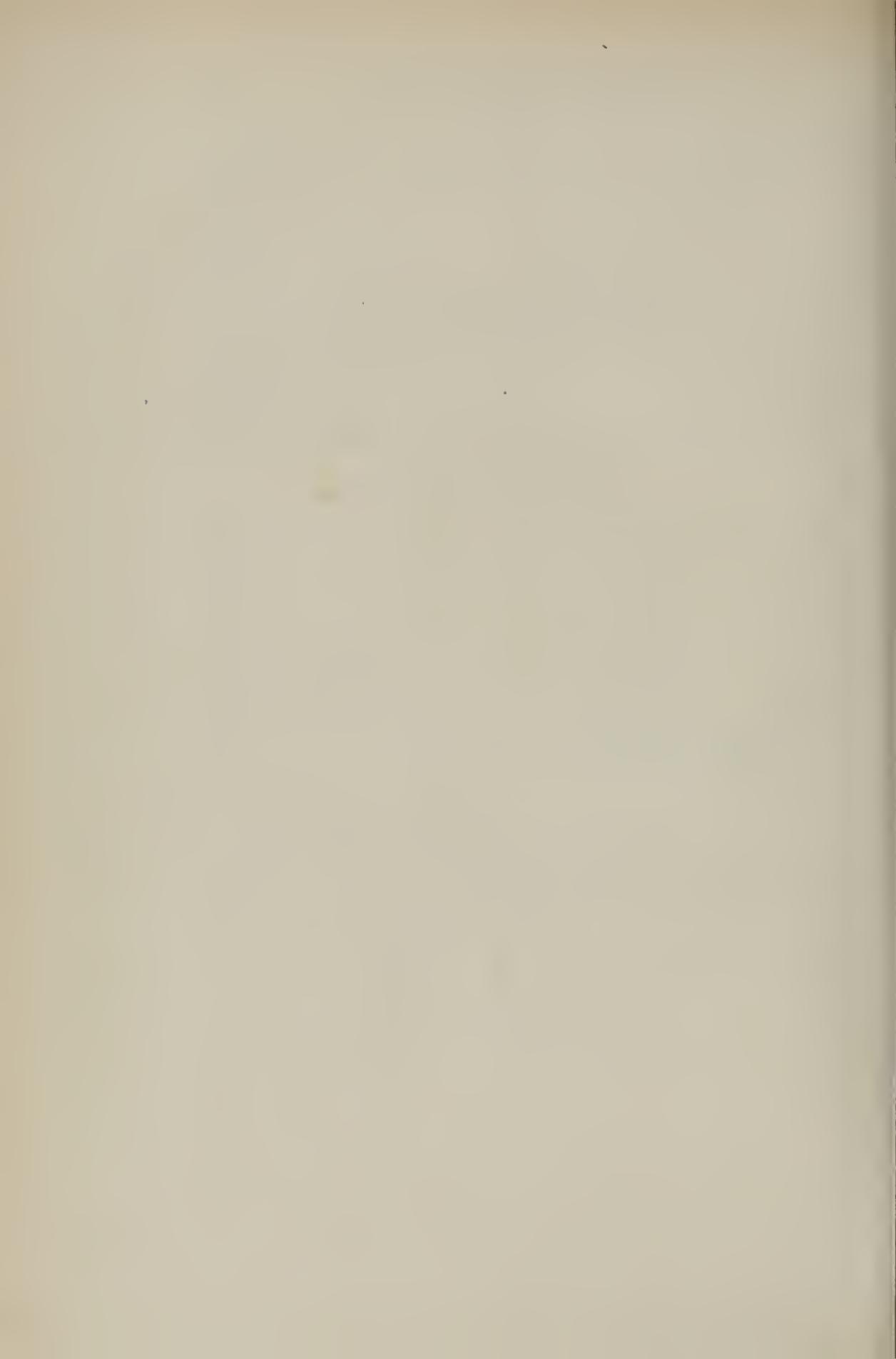


Fig 1 15.

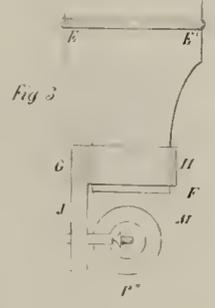
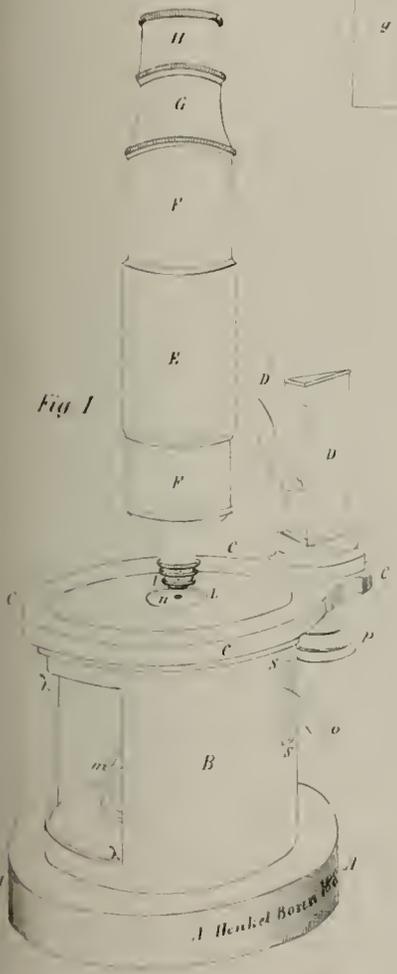
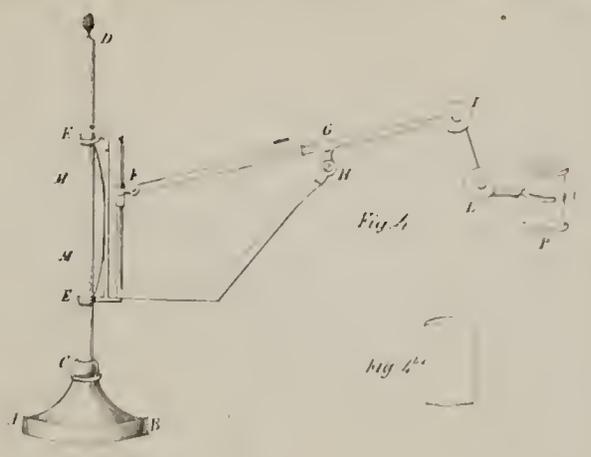
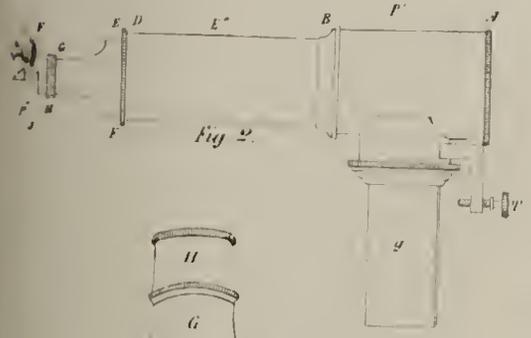
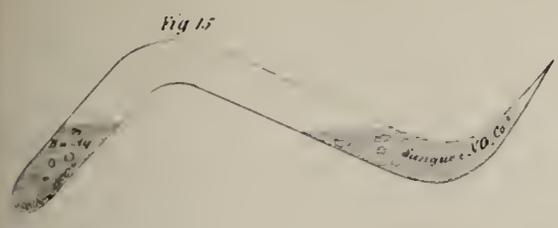


Fig 16

Fig 10 around etc.

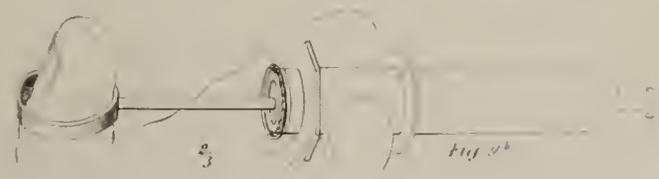


Fig 12



A

B



Fig. 16-23.





Fig.

B
C
A



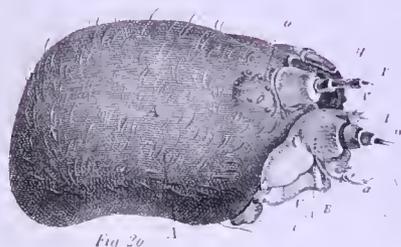
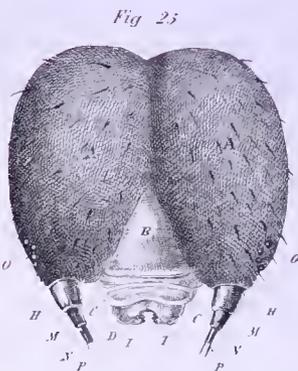
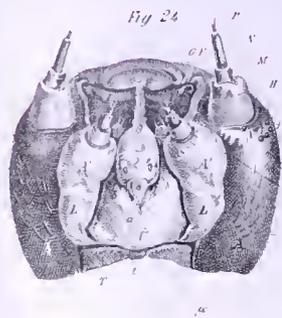


Fig 51-59

Fig 52

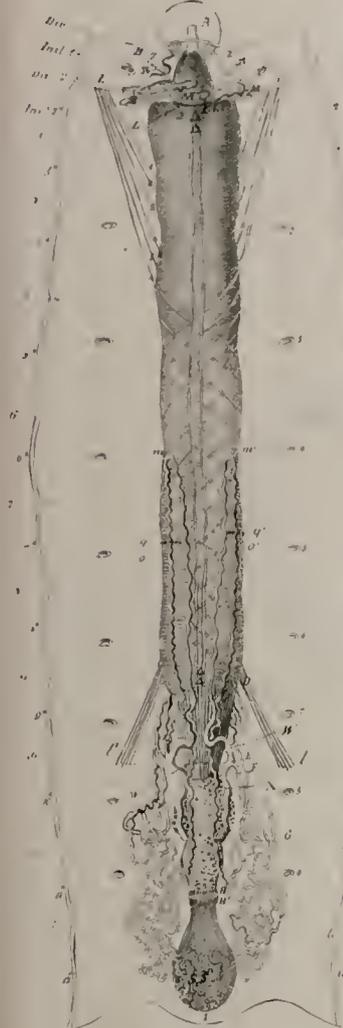


Fig 59

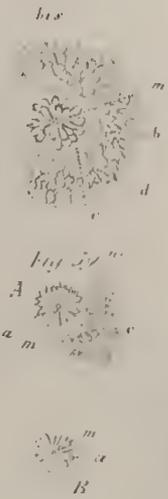


Fig 51

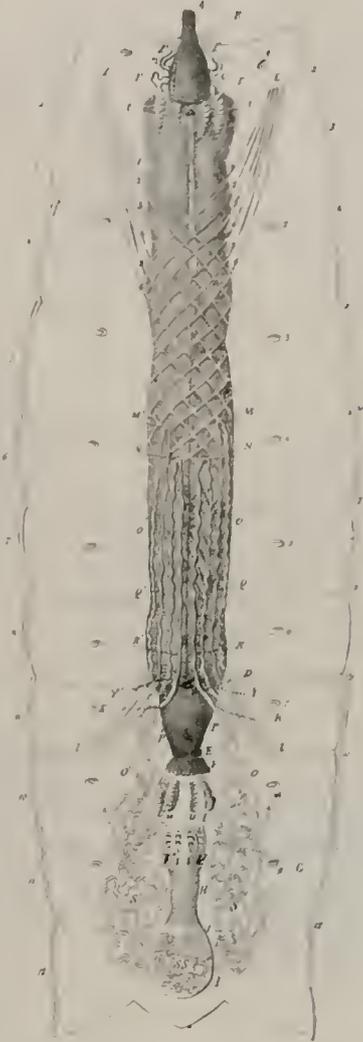


Fig 57



Fig 50



Fig 53



Fig 54

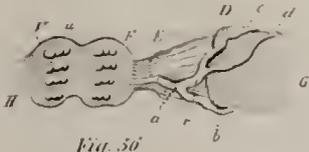


Fig 58

Fig 55



Fig 56



Fig. 60-71

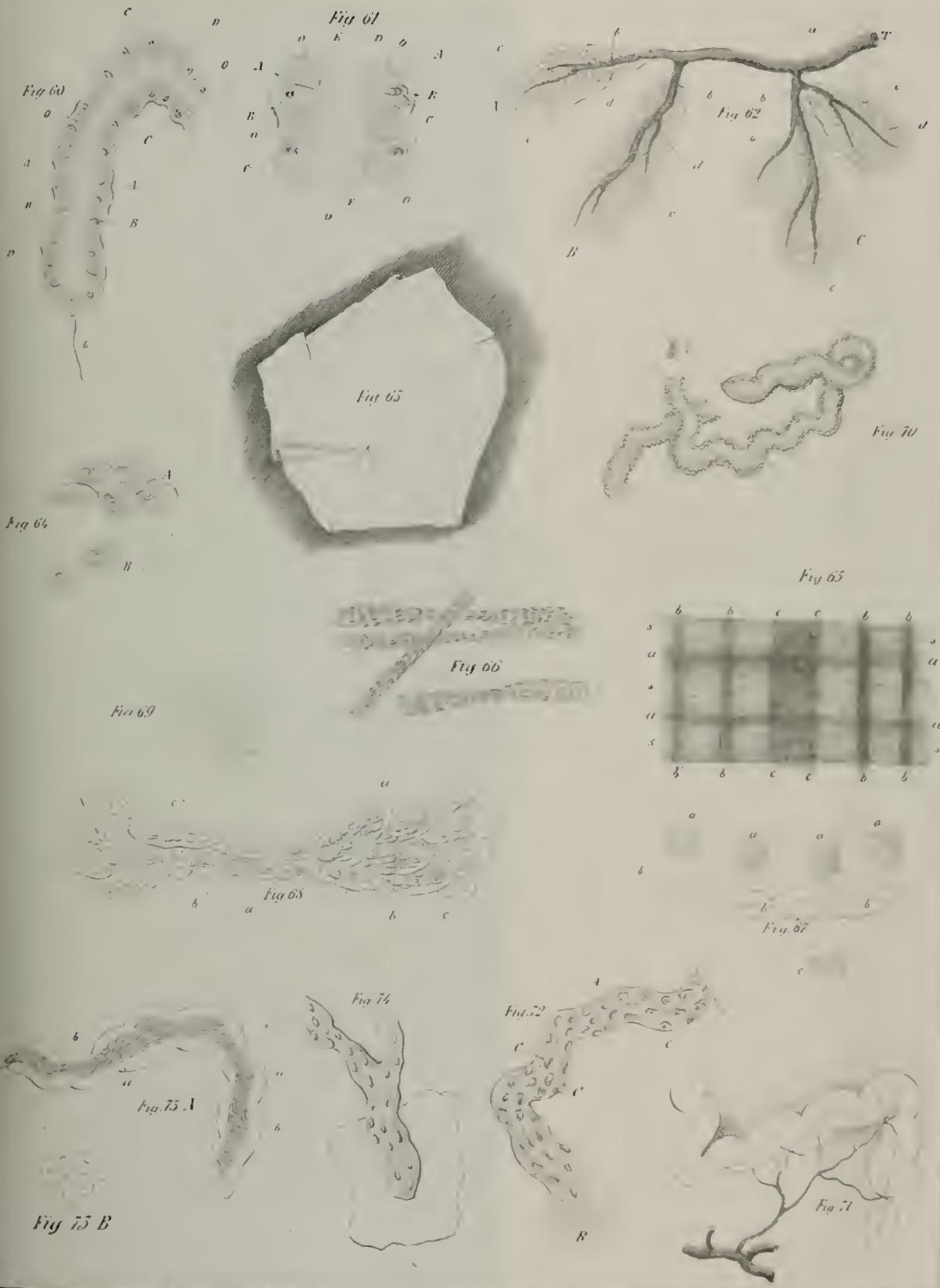




Fig. 1. N.

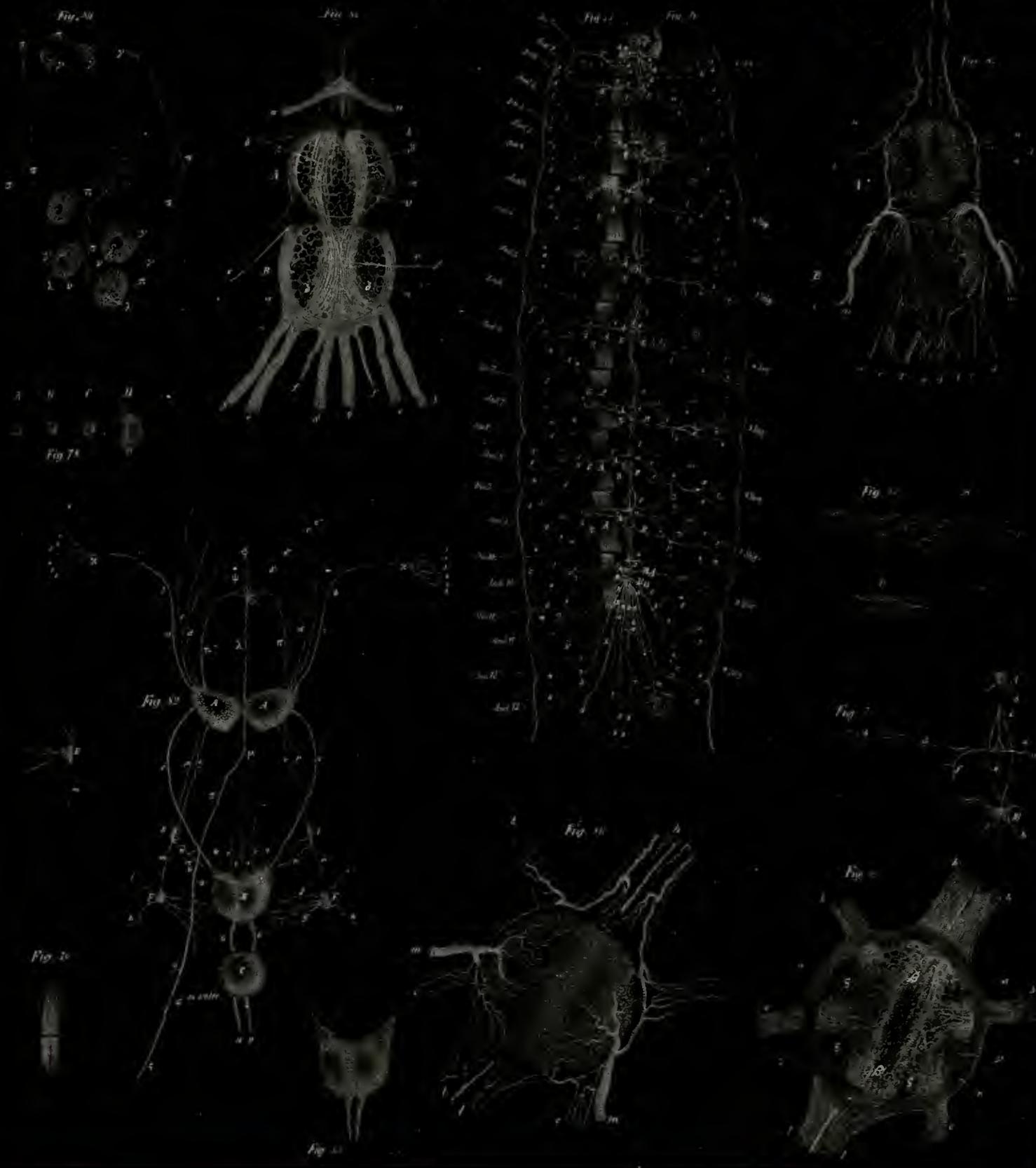




Fig. 88, 89

Fig. 91



Fig. 90 bis



Fig. 89

Fig. 88.



Fig. 87

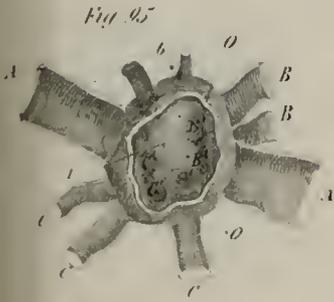


Fig. 85

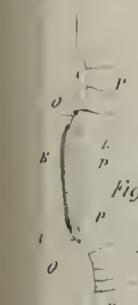


Fig. 86



Fig. 96

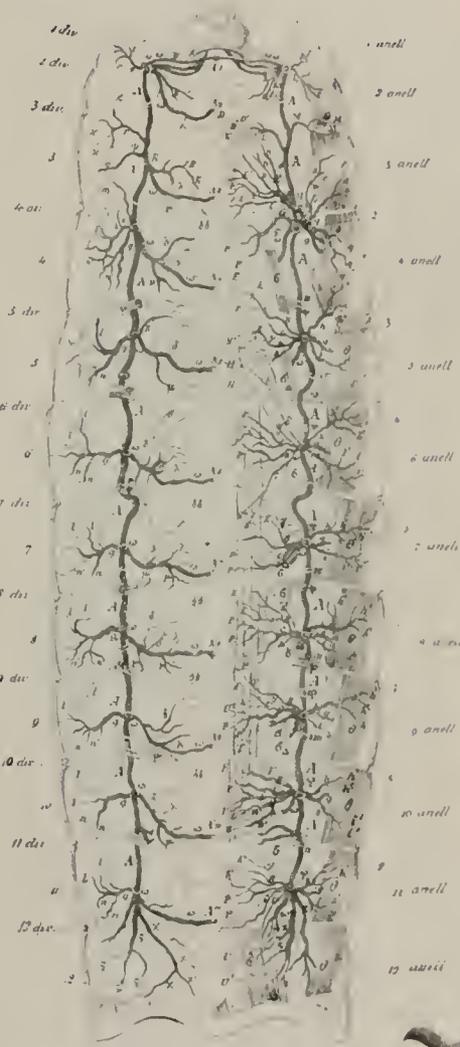


Fig. 92



Fig. 94



Fig. 98



Fig. 90



Fig. 100-110



Fig. 100

Fig. 107

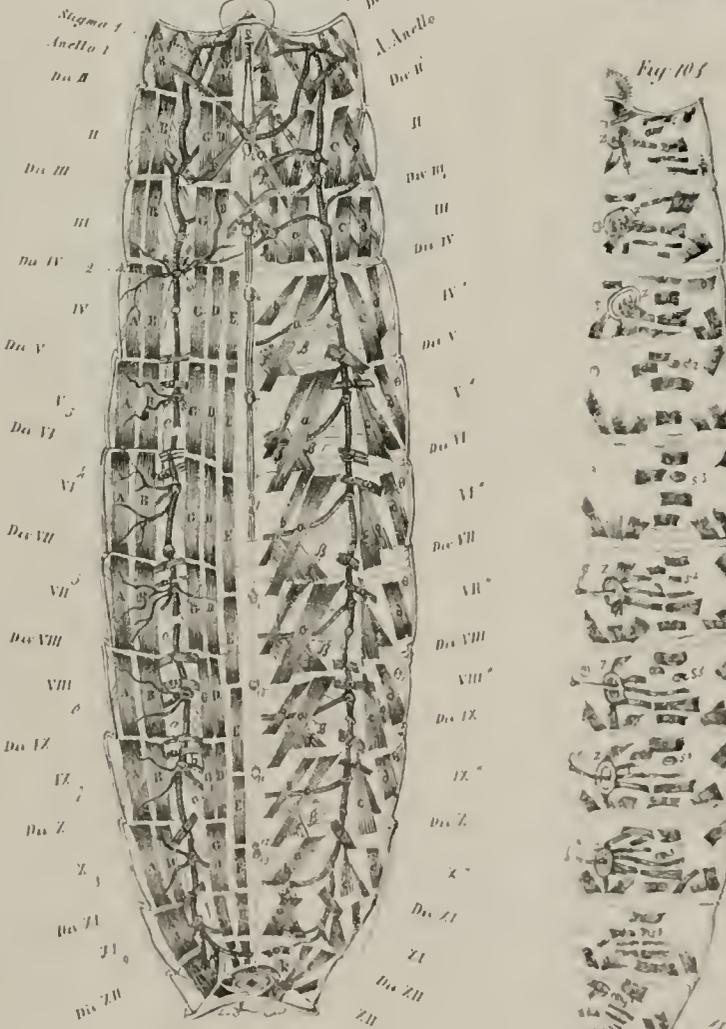
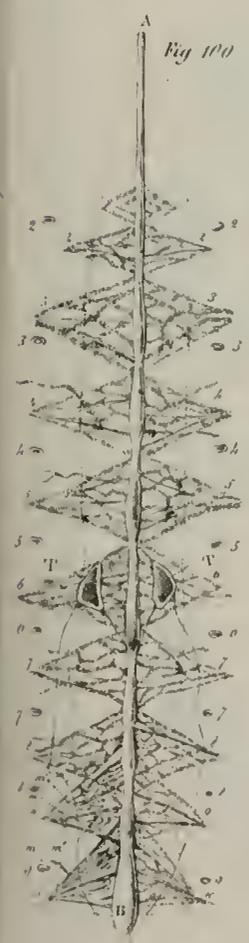
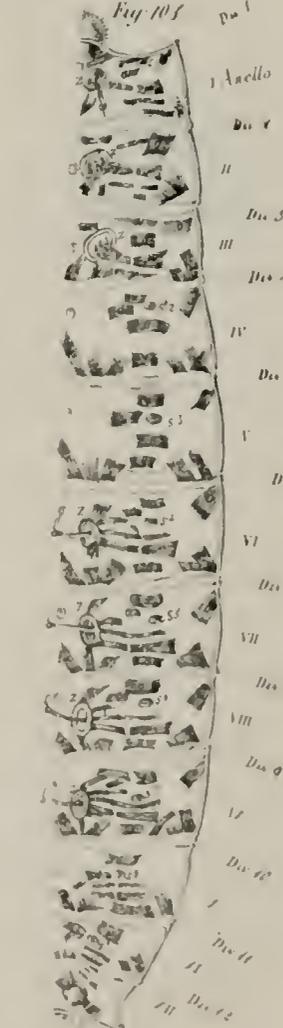


Fig. 108





A B
: A

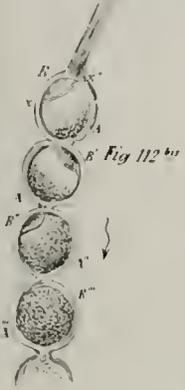


Fig. 112 bis

Fig. 11.

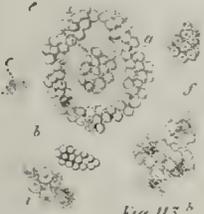
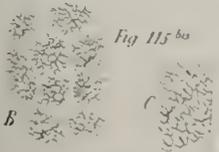


Fig. 113 bis



Fig. 115 bis



D

C

"

A

"

"

"

I

S

S

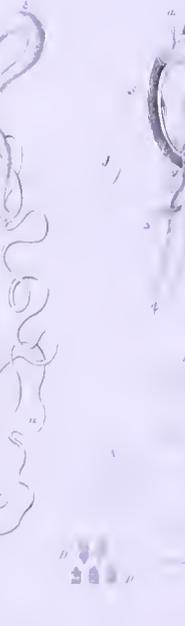
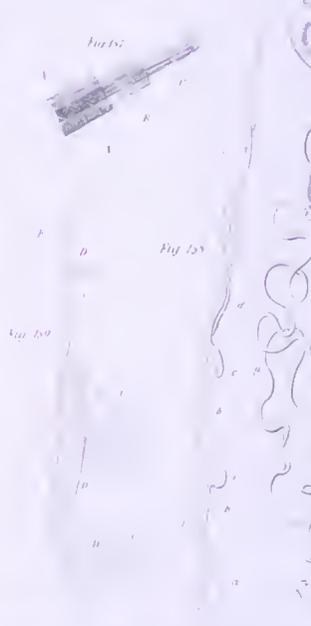
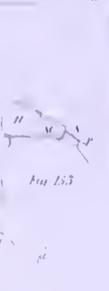
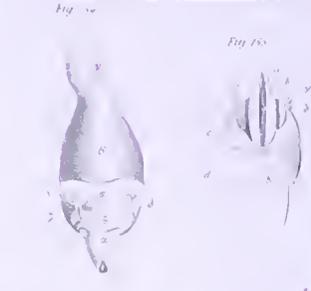
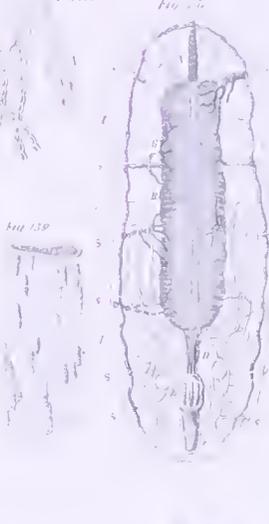
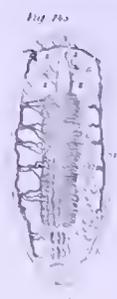
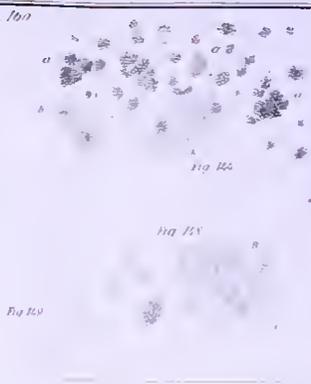
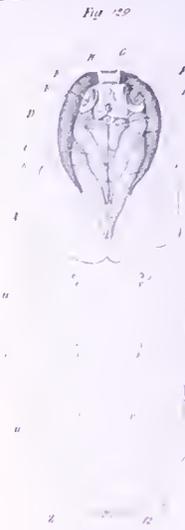
S

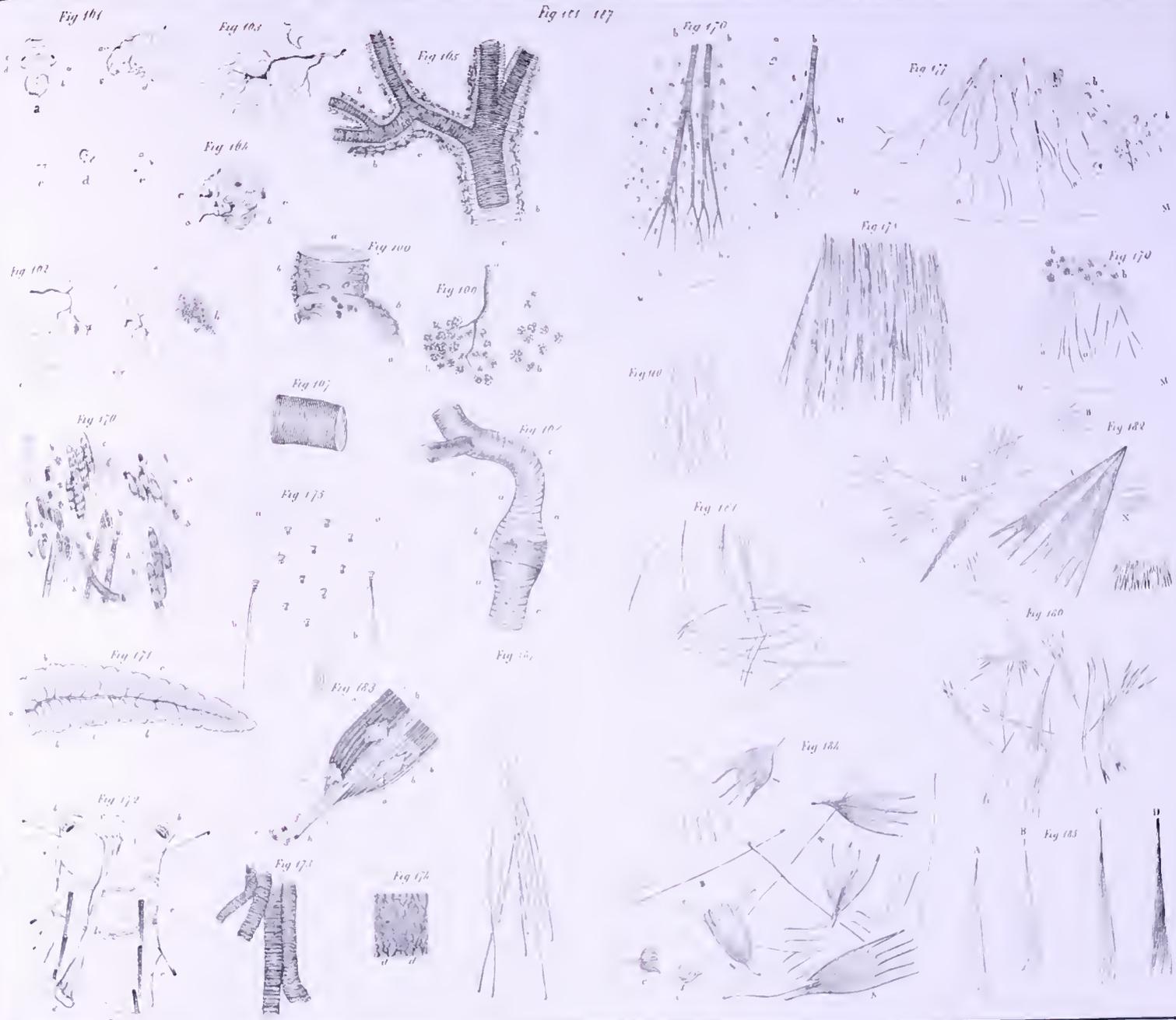
S

S

Fr

Fig. LV - LXX







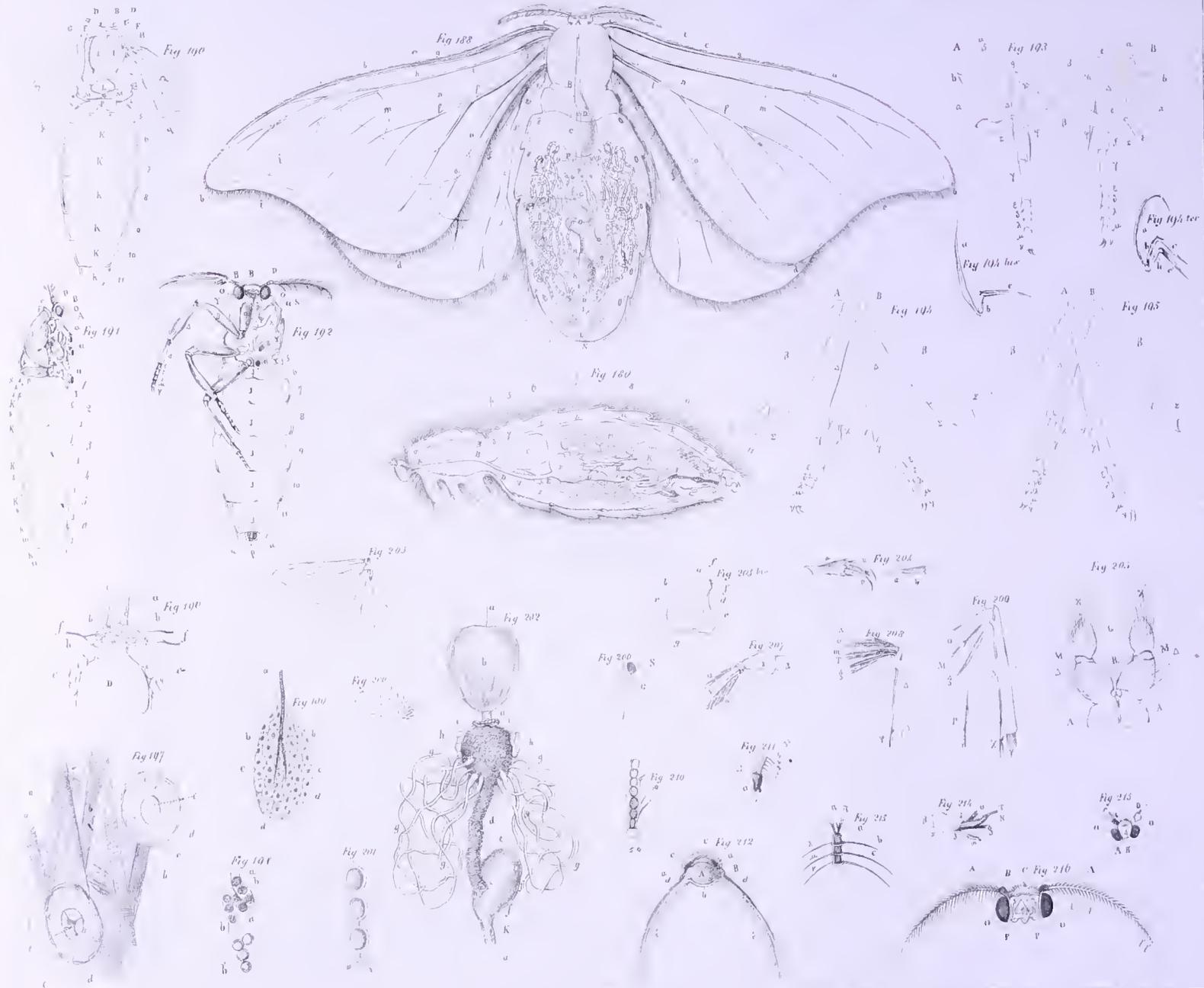


Fig. 217

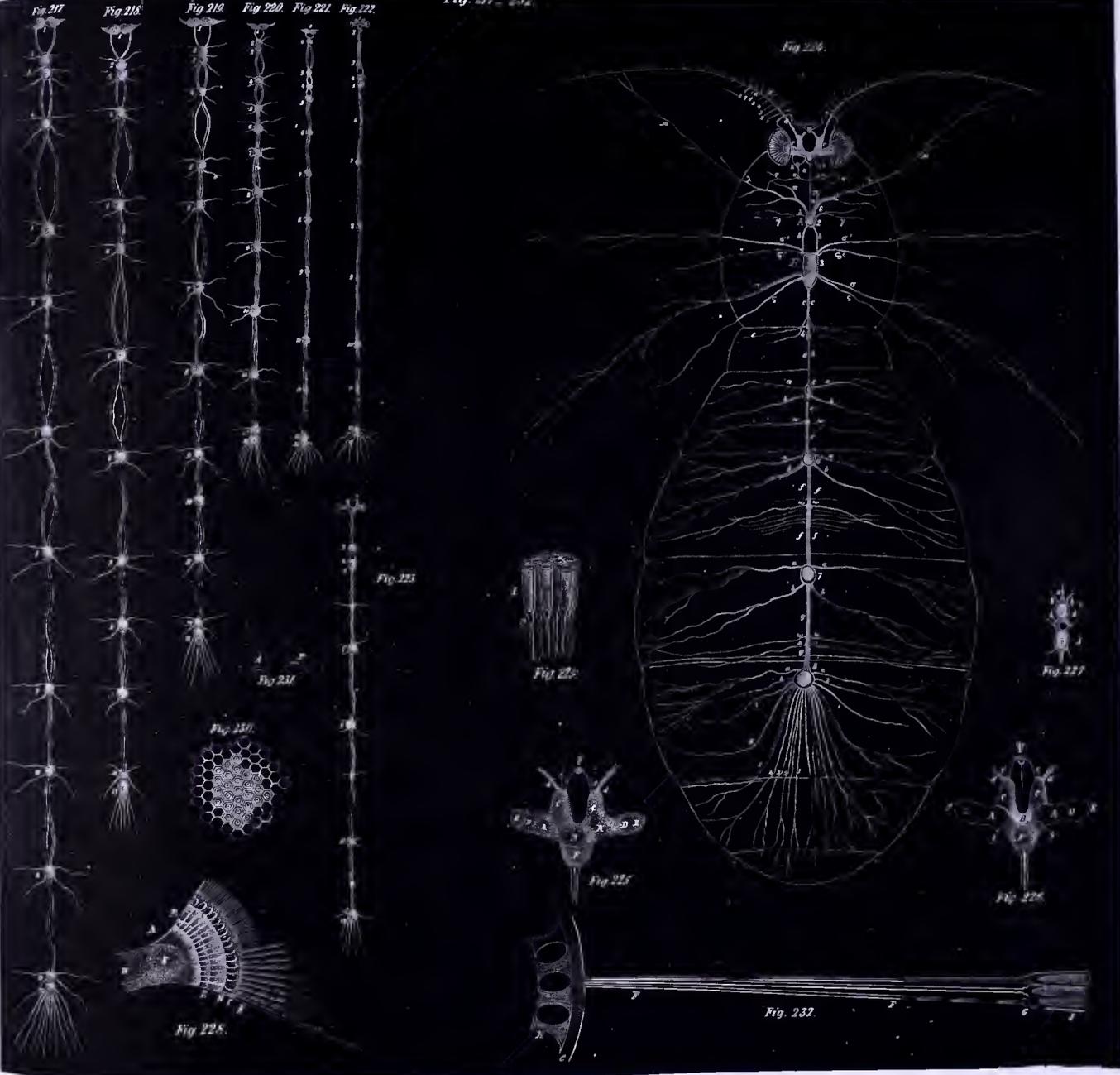
Fig. 218

Fig. 219



Fig. 219

Fig. 217-252



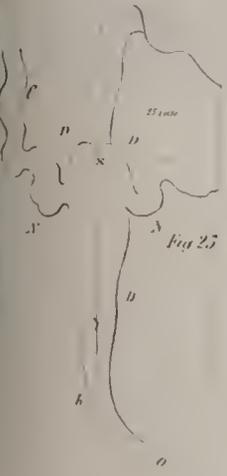


Fig 257



Fig. 258



Fig 257-279

Fig 259



Fig 260



Fig 261



Fig 262



Fig 263

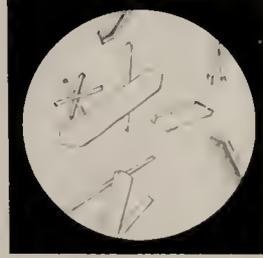


Fig 264

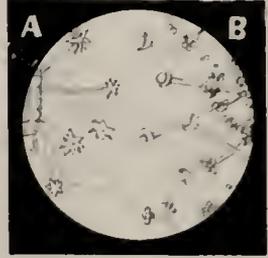


Fig 265

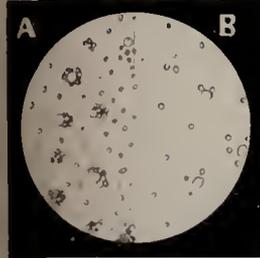


Fig 266

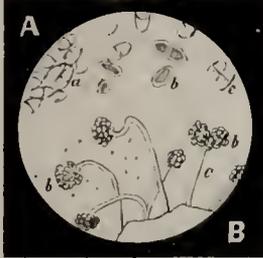


Fig 267

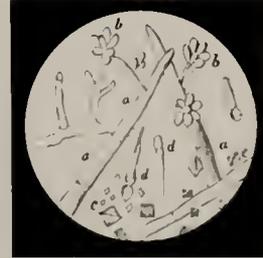


Fig 268



Fig 269

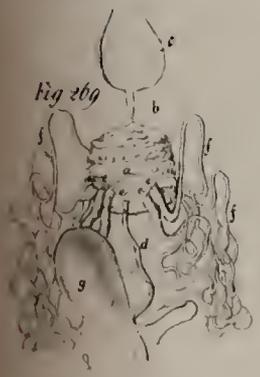


Fig 270



Fig 271

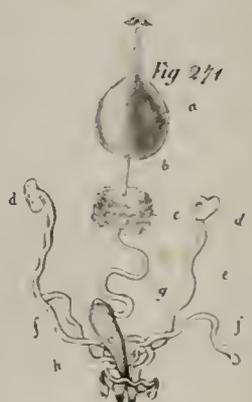


Fig 272



Fig 273



Fig 274



Fig 275



Fig 276

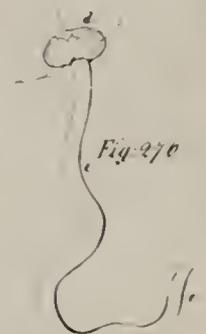


Fig 277

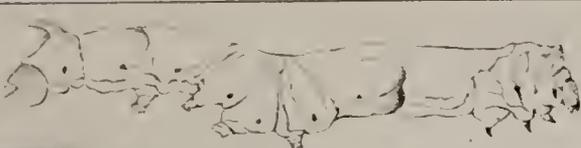


Fig 278



Fig 279





DI UN PRINCIPIO CONTROVERSO
DELLA MECCANICA ANALITICA DI LAGRANGE

E DELLE MOLTEPLICI SUE APPLICAZIONI

MEMORIA POSTUMA (*)

DI GABRIO PIOLA

(Pubblicata per cura del Prof. Francesco Brioschi)

I principj ed i metodi generali esposti dal sommo Lagrange nella Meccanica Analitica vennero in molta parte abbandonati dai geometri che dopo di lui trattarono questioni di Matematica applicata. L'essere alcuni di quei principj, o non dimostrati, o dimostrati incompletamente, pare sia la ragione principale di quell'abbandono, e ne abbiamo quasi una prova nel vedere adoperate tuttora le formole date da Lagrange nella Sezione IV della seconda parte, le quali, appunto perchè rigorosamente dimostrate, non vennero lasciate in disparte anche dopo i lavori di Hamilton e di Jacobi sullo stesso argomento. Fra questi principj il più importante per le applicazioni è certamente quello indicato dall'autore nella Sezione II, ed esposto con maggior chiarezza nella Sezione IV della prima parte della M. A., intorno al modo di introdurre l'effetto delle forze interne nella equazione generale per l'equilibrio e pel moto, e che il difetto di dimostrazione rese quasi sterile pei successori di Lagrange.

Il chiarissimo matematico nob. dott. Gabrio Piola, autore di altri noti lavori sulla Meccanica Analitica, ebbe per iscopo nella Memoria, la quale faccio pubblica per incarico

(*) Per l'intelligenza della seguente Memoria suppongo che il lettore abbia sott'occhio quella inserita nella Parte prima del Tomo XXIV degli Atti della Società Italiana residente in Modena. Intendo che la presente ne sia come una continuazione: epperò occorrendomi di farne frequenti citazioni, ne indicherò i numeri degli articoli, e quelli delle formole sotto ciascun articolo coll'aggiunta delle lettere *m. p.*, abbreviazione di *Memoria precedente*. Senza tale aggiunta i numeri citati si riferiscono all'attuale.

affidatomi, di stabilire sopra più salde basi il principio Lagrangiano, e di offrire i mezzi onde farne uso nelle applicazioni. Il titolo di questa Memoria, alcune frasi sparse qua e là nella medesima, varie note trovate fra i suoi scritti, e la confidenza fatta a me e ad altri suoi conoscenti dell'aver già sperimentata l'utilità di questo principio, ed in generale dei metodi della Meccanica Analitica nelle quistioni fisico-matematiche, mostrano all'evidenza a quale importante meta fossero diretti ultimamente i suoi studj. La sua immatura morte lasciò il desiderio di tanta opera agli ammiratori della Meccanica Analitica.

Ho detto al cominciare del Capo IV della Memoria precedente, che per trattare del moto o dell'equilibrio di fili o superficie estensibili e contrattili, ovvero di fluidi elastici, Lagrange adottò un principio assai generale, nel quale però rimaneva alcun che di oscuro e di non dimostrato. Feci vedere che si potevano evitare le difficoltà derivanti dall'uso di un tal principio tenendo l'andamento tracciato nello stesso Capo IV, ed anche un altro del quale esposi l'analisi nel Capo VI: dopo di che ebbi a dire che quantunque fosse ora possibile spiegare il vero senso dell'anzidetto principio lagrangiano, la cosa non appariva forse di tanta utilità, come quando le altre vie per procedere alla soluzione degli stessi problemi non erano ancora state indicate. Per altro non può negarsi (e il seguito di questa Memoria lo farà vedere) che anche attualmente riesce molto vantaggiosa la restituzione del principio lagrangiano, cui qui si allude, quando esso sia ben definito nel suo uso: gli andamenti del calcolo si rendono più semplici, potendosi far di meno di ricorrere alle derivate parziali per le coordinate intermedie p, q, r , introdotte in quel Capo IV, e tale semplicità giova assai nelle più complicate quistioni, di cui ci avremo in appresso ad occupare: le teoriche poi del Capo VII, relativamente ai sistemi lineari e superficiali coll'uso del mentovato principio, acquistano un compimento che può fruttare conseguenze di gran rilievo. Quindi io penso che il meglio che possa farsi presentemente sia di far concorrere le dottrine di quei Capi IV e VI alla chiara spiegazione del principio Lagrangiano, in virtù del quale, quando sia stabilito con sicurezza, le applicazioni vengono in folla, e procedono con una franchezza veramente ammirabile. Mi è cara questa occasione per rendere nuovo omaggio alla memoria del grande Geometra, di cui ho preso ad illustrare e commentare i metodi analitici, mostrando, per quanto è da me, la profonda sapienza che contengono: l'apologia che intraprendo di un principio messo in disparte o contrariato (salve pochissime eccezioni) dai geometri successori di Lagrange, riesce tanto più toccante, in quanto ci fa vedere che gl'ingegni di

quella tempra, anche quando gettano semi di teoriche rimaste imperfette, precorrono col pensiero ai tempi, e scrivono per un'altra generazione.

A giustificare l'apparente contraddizione delle mie parole intorno a quel principio, dicendolo io imperfetto e contenente alcuni che di oscuro e di non dimostrato, e nello stesso tempo proclamandolo vero, grandioso e preziosissimo per le applicazioni, conviene richiamarlo quale fu esposto dall'autore all'art. 9 della Sezione II e all'art. 6 della Sezione IV (M. A., tom. 1.^o, pag. 37, 78). Supposta l'esistenza di forze interne fra i vari punti fisici di un sistema, non è difficile riconoscere alcune funzioni (come espressioni di distanze, di angoli, ec.), i valori delle quali vengono alterati dall'attuale esercizio di quelle forze; or bene, l'autore vuole che moltiplichiamo per coefficienti indeterminati le variate di tali funzioni, e ne introduciamo i prodotti nell'equazione generale della Meccanica Analitica, precisamente come avremmo fatto, secondo il metodo noto, se quelle funzioni avessero costituito i primi membri di equazioni di condizione ridotte a zero. Qui si capisce subito la vastità e l'eccellenza del principio: ma nello stesso tempo si sente il bisogno di una dimostrazione che ce ne persuada la realtà: e questa anche ammessa, ne troviamo tuttavia mancante l'esposizione. Infatti molte possono essere contemporaneamente le espressioni di quantità che le forze interne di un sistema tendono a far variare: quali di esse prenderemo, quali ometteremo? Chi ci assicura che adoperando parecchie di tali funzioni soggette a mutamenti per l'azione delle forze interne, non facciamo ripetizioni inutili, esprimendo per mezzo di alcune un effetto già scritto con altre? E non potrebbe invece accadere che omettessimo di quelle necessarie ad introdursi affinchè l'effetto complessivo delle forze interne venga espresso totalmente? Ben è vero che da vari passi della M. A. si arriva ad intendere come le funzioni da adoperarsi nei casi più generali siano poi le medesime che rimangono costanti in altri casi più ristretti, quando cioè trattasi di corpi rigidi, di fili inestensibili, di fluidi incompressibili: però anche questa è una proprietà di tali funzioni intraveduta ma non dimostrata. Insomma, a bene stabilire l'uso del principio in discorso, due cose ancora ci mancano: primieramente una dimostrazione che riesca persuadente, poscia un criterio per discernere *quali* e *quante* debbano essere le funzioni da mettersi in giuoco a fine di esprimere completamente l'azione delle forze interne dei sistemi. Parmi che di presente sia possibile supplire a queste due mancanze; ed ecco il primario oggetto della seguente Memoria, nella quale in appresso incomincio ad esporre una qualche parte delle innumerabili conseguenze che dipendono dal principio discusso.

CAPO I.

Dichiarazione del principio: come per esso vengano a stabilirsi le equazioni più generali pel moto e per l'equilibrio dei sistemi continui a tre dimensioni.

1. La proposizione che serve di fondamento alla dimostrazione del principio si estende a tutte tre le sorte di sistemi continui (siano essi con tre dimensioni, o superficiali, o lineari), cioè a tutti gli ammassi di molecole assoggettati alla legge di continuità dichiarata al n. 23 m. p. Se chiamansi x, y, z le coordinate del punto generico, le rispettive variazioni $\delta x, \delta y, \delta z$ (quali vengono adoperate giusta il metodo lagrangiano nelle equazioni generali del moto e dell'equilibrio) possono, senza nuocere alla generalità, essere ritenute quelle somministrateci dagli aumenti piccolissimi $i\delta x, i\delta y, i\delta z$ che prenderebbero le coordinate x, y, z quando il sistema si riferisse a tre altri assi rettangolari lontani assai poco, tanto per l'origine quanto per le direzioni, da quelli primieramente assunti delle x, y, z , come se questi si fossero di pochissimo smossi. Il considerare nascenti in tal maniera i valori delle variazioni $\delta x, \delta y, \delta z$, oltrechè diventa, come si disse, il mezzo per arrivare alle desiderate conclusioni, riduce altresì semplicissimo un concetto altrimenti misterioso.

La ragione recondita di questo vero risulta pei sistemi a tre dimensioni dall'insieme delle dottrine esposte nel Capo IV m. p., il che passiamo a provare. Vedemmo colà che immaginando riferito il sistema ad altri tre assi rettangolari delle p, q, r mediante le equazioni

$$(1) \quad \begin{aligned} x &= f + \alpha_1 p + \epsilon_1 q + \gamma_1 r \\ y &= g + \alpha_2 p + \epsilon_2 q + \gamma_2 r \\ z &= k + \alpha_3 p + \epsilon_3 q + \gamma_3 r \end{aligned}$$

l'espressione dell'equazione generalissima del moto di un sistema qualunque, che non si sapeva qual fosse prendendo gl'integrali relativamente alle variabili a, b, c dello stato precedente ideale, diventava possibile prendendo i suddetti integrali relativamente alle p, q, r . E ciò perchè si videro risultare sei equazioni di condizione sussistenti per tutti i punti del sistema (le (14) del n. 47 m. p.), le quali raccoglievano, sebbene in maniera non apparente, la espressione degli effetti delle forze interne, ed erano quelle per cui si potevano intendere fissati e determinati i valori delle variazioni $\delta x, \delta y, \delta z$. Le variate di quelle equazioni di condizione, facendo per brevità

$$(2) \quad l = \delta x \quad ; \quad m = \delta y \quad ; \quad n = \delta z$$

sono le seguenti

$$\begin{aligned}
 & \frac{dx}{dp} \frac{dl}{dp} + \frac{dy}{dp} \frac{dm}{dp} + \frac{dz}{dp} \frac{dn}{dp} = 0 \\
 & \frac{dx}{dq} \frac{dl}{dq} + \frac{dy}{dq} \frac{dm}{dq} + \frac{dz}{dq} \frac{dx}{dq} = 0 \\
 & \frac{dx}{dr} \frac{dl}{dr} + \frac{dy}{dr} \frac{dm}{dr} + \frac{dz}{dr} \frac{dx}{dr} = 0 \\
 (3) \quad & \frac{dx}{dp} \frac{dl}{dq} + \frac{dy}{dp} \frac{dm}{dq} + \frac{dz}{dp} \frac{dn}{dq} + \frac{dx}{dq} \frac{dl}{dp} + \frac{dy}{dq} \frac{dm}{dp} + \frac{dz}{dq} \frac{dn}{dp} = 0 \\
 & \frac{dx}{dp} \frac{dl}{dr} + \frac{dy}{dp} \frac{dm}{dr} + \frac{dz}{dp} \frac{dn}{dr} + \frac{dx}{dr} \frac{dl}{dp} + \frac{dy}{dr} \frac{dm}{dp} + \frac{dz}{dr} \frac{dn}{dp} = 0 \\
 & \frac{dx}{dq} \frac{dl}{dr} + \frac{dy}{dq} \frac{dm}{dr} + \frac{dz}{dq} \frac{dn}{dr} + \frac{dx}{dr} \frac{dl}{dq} + \frac{dy}{dr} \frac{dm}{dq} + \frac{dz}{dr} \frac{dn}{dq} = 0 .
 \end{aligned}$$

I primi membri di queste variate moltiplicati per coefficienti indeterminati furono introdotti nell'equazione meccanica generalissima (vedi la quantità (15) del n. 47 m. p.) e ci fornirono l'analisi per la soluzione del problema inteso nel più ampio significato.

Ora, a fine di provare la nostra proposizione relativamente ai sistemi di tre dimensioni, convien dimostrare che i valori delle tre variazioni $\partial x, \partial y, \partial z$, ovvero l, m, n , quali si ricavano dalle precedenti equazioni (3), sono quei medesimi che possono altronde aversi pel semplice spostamento degli assi; il calcolo è un po' lungo, ma val la pena di effettuarlo.

2. Le l, m, n , che sono funzioni delle p, q, r , possono (in virtù di quelle equazioni che sono le inverse delle (1), cioè delle (31) n. 40 m. p.) riguardarsi ridotte funzioni delle x, y, z , vale a dire funzioni delle p, q, r in quanto lo sono prima delle x, y, z : allora avremo

$$\begin{aligned}
 & \frac{dl}{dp} = \frac{dl}{dx} \frac{dx}{dp} + \frac{dl}{dy} \frac{dy}{dp} + \frac{dl}{dz} \frac{dz}{dp} \\
 (4) \quad & \frac{dl}{dq} = \frac{dl}{dx} \frac{dx}{dq} + \frac{dl}{dy} \frac{dy}{dq} + \frac{dl}{dz} \frac{dz}{dq} \\
 & \frac{dl}{dr} = \frac{dl}{dx} \frac{dx}{dr} + \frac{dl}{dy} \frac{dy}{dr} + \frac{dl}{dz} \frac{dz}{dr} ,
 \end{aligned}$$

poi altre tre equazioni affatto simili ove si vedranno eguali ad espressioni trinomiali i valori delle derivate $\frac{dm}{dp}, \frac{dm}{dq}, \frac{dm}{dr}$: ed altre tre pei valori delle derivate $\frac{dn}{dp}, \frac{dn}{dq}, \frac{dn}{dr}$.

Sostituisconsi questi nove valori trinomiali nelle precedenti equazioni (3), e facendo per abbreviare

$$\begin{aligned}
 (a) &= \frac{dl}{dx} ; (h) = \frac{dm}{dy} ; (c) = \frac{dn}{dz} \\
 (5) \quad (d) &= \frac{dm}{dx} + \frac{dl}{dy} ; (e) = \frac{dn}{dx} + \frac{dl}{dz} ; (f) = \frac{dn}{dy} + \frac{dm}{dz}
 \end{aligned}$$

si troverà che da quelle sei equazioni, dopo riduzioni ovvie, si passa alle sei che seguono

$$\begin{aligned}
 (a) \quad & \left(\frac{dx}{dp}\right)^2 + (d) \frac{dx}{dp} \frac{dy}{dq} + (e) \frac{dx}{dp} \frac{dz}{dr} + (b) \left(\frac{dy}{dq}\right)^2 + (f) \frac{dy}{dq} \frac{dz}{dr} + (c) \left(\frac{dz}{dr}\right)^2 = 0 \\
 (a) \quad & \left(\frac{dx}{dq}\right)^2 + (d) \frac{dx}{dq} \frac{dy}{dq} + (e) \frac{dx}{dq} \frac{dz}{dr} + (b) \left(\frac{dy}{dq}\right)^2 + (f) \frac{dy}{dq} \frac{dz}{dr} + (c) \left(\frac{dz}{dr}\right)^2 = 0 \\
 (a) \quad & \left(\frac{dx}{dr}\right)^2 + (d) \frac{dx}{dr} \frac{dy}{dq} + (e) \frac{dx}{dr} \frac{dz}{dr} + (b) \left(\frac{dy}{dr}\right)^2 + (f) \frac{dy}{dr} \frac{dz}{dr} + (c) \left(\frac{dz}{dr}\right)^2 = 0 \\
 (6) \quad & 2(a) \frac{dx}{dp} \frac{dx}{dq} + (d) \left(\frac{dx}{dp} \frac{dy}{dq} + \frac{dy}{dp} \frac{dx}{dq}\right) + (e) \left(\frac{dx}{dp} \frac{dz}{dr} + \frac{dz}{dp} \frac{dx}{dr}\right) \\
 & + 2(b) \frac{dy}{dp} \frac{dy}{dq} + (f) \left(\frac{dy}{dp} \frac{dz}{dr} + \frac{dz}{dp} \frac{dy}{dr}\right) + 2(c) \frac{dz}{dp} \frac{dz}{dr} = 0 \\
 & 2(a) \frac{dx}{dp} \frac{dx}{dr} + (d) \left(\frac{dx}{dp} \frac{dy}{dr} + \frac{dy}{dp} \frac{dx}{dr}\right) + (e) \left(\frac{dx}{dp} \frac{dz}{dr} + \frac{dz}{dp} \frac{dx}{dr}\right) \\
 & + 2(b) \frac{dy}{dp} \frac{dy}{dr} + (f) \left(\frac{dy}{dp} \frac{dz}{dr} + \frac{dz}{dp} \frac{dy}{dr}\right) + 2(c) \frac{dz}{dp} \frac{dz}{dr} = 0 \\
 & 2(a) \frac{dx}{dq} \frac{dx}{dr} + (d) \left(\frac{dx}{dq} \frac{dy}{dr} + \frac{dy}{dq} \frac{dx}{dr}\right) + (e) \left(\frac{dx}{dq} \frac{dz}{dr} + \frac{dz}{dq} \frac{dx}{dr}\right) \\
 & + 2(b) \frac{dy}{dq} \frac{dy}{dr} + (f) \left(\frac{dy}{dq} \frac{dz}{dr} + \frac{dz}{dq} \frac{dy}{dr}\right) + 2(c) \frac{dz}{dq} \frac{dz}{dr} = 0 .
 \end{aligned}$$

Da queste si possono ricavare i valori delle sei quantità $(a), (b), (c), (d), (e), (f)$, e si trovano tutti zero. L'andamento per giungere ad una così fatta conclusione è prolisso e noioso se si conduce per la via ordinaria della risoluzione delle sei equazioni fra le sei incognite: invece si ottiene l'intento più speditamente mediante il seguente artificio.

Si moltiplichino le equazioni (6), esclusa la prima, rispettivamente per le quantità

$$\alpha^2, \beta^2, \alpha, \beta, \alpha\beta$$

essendo α, β due arbitrarie, poi si sommino: l'unica equazione risultante dalla somma può scriversi

$$\begin{aligned}
 (7) \quad & (a) \left(\frac{dx}{dp} + \alpha \frac{dx}{dq} + \beta \frac{dx}{dr}\right)^2 + (d) \left(\frac{dx}{dp} + \alpha \frac{dx}{dq} + \beta \frac{dx}{dr}\right) \left(\frac{dy}{dp} + \alpha \frac{dy}{dq} + \beta \frac{dy}{dr}\right) \\
 & + (b) \left(\frac{dy}{dp} + \alpha \frac{dy}{dq} + \beta \frac{dy}{dr}\right)^2 + (e) \left(\frac{dx}{dp} + \alpha \frac{dx}{dq} + \beta \frac{dx}{dr}\right) \left(\frac{dz}{dp} + \alpha \frac{dz}{dq} + \beta \frac{dz}{dr}\right) = 0 \\
 & + (c) \left(\frac{dz}{dp} + \alpha \frac{dz}{dq} + \beta \frac{dz}{dr}\right)^2 + (f) \left(\frac{dy}{dp} + \alpha \frac{dy}{dq} + \beta \frac{dy}{dr}\right) \left(\frac{dz}{dp} + \alpha \frac{dz}{dq} + \beta \frac{dz}{dr}\right) .
 \end{aligned}$$

Ora s'immaginino determinate le due arbitrarie α, β in modo da verificare le due equazioni

$$(8) \quad \frac{dy}{dp} + \alpha \frac{dy}{dq} + \beta \frac{dy}{dr} = 0 \quad ; \quad \frac{dz}{dp} + \alpha \frac{dz}{dq} + \beta \frac{dz}{dr} = 0 \quad ;$$

tutti i termini della precedente (7) spariranno, a riserva del primo dove la quantità (a) è moltiplicata per un quadrato. Questo secondo fattore non può essere zero: se lo fosse, sostituiti per α, β i valori dedotti dalle (8), risulterebbe zero quel sestinomio che al n. 46 m. p. provammo eguale all'unità: è dunque forza che sia $(a) = 0$. Con un tutto simile ragionamento, supponendo che le arbitrarie α, β ricevano i loro valori dalle due equazioni

$$\frac{dx}{dp} + \alpha \frac{dx}{dq} + \beta \frac{dx}{dr} = 0 \quad ; \quad \frac{dz}{dp} + \alpha \frac{dz}{dq} + \beta \frac{dz}{dr} = 0$$

si prova zero la quantità (b) : ed anche la (c) , quando facciansi le α, β tali da soddisfare alle due equazioni

$$\frac{dx}{dp} + \alpha \frac{dx}{dq} + \beta \frac{dx}{dr} = 0 \quad ; \quad \frac{dy}{dp} + \alpha \frac{dy}{dq} + \beta \frac{dy}{dr} = 0 .$$

Convinti così che sono zero le quantità $(a), (b), (c)$ cancelleremo i termini che le contegono dalla equazione (7). Allora supponendo sussistere una sola delle equazioni (8), per esempio la seconda, ci ridurremo al solo termine che contiene la (d) . In esso non può essere zero la quantità che moltiplica (d) , perchè una delle due indeterminate α, β vi rimane ancora arbitraria: sarà pertanto zero la (d) , e con analogo ragionamento proveremo la stessa cosa delle $(e), (f)$. Richiamate adesso le denominazioni (5), rimangono dimostrate le sei equazioni:

$$(9) \quad \begin{aligned} & \frac{dl}{dx} = 0 \quad ; \quad \frac{dm}{dy} = 0 \quad ; \quad \frac{dn}{dz} = 0 \\ & \frac{dm}{dx} + \frac{dl}{dy} = 0 \quad ; \quad \frac{dn}{dx} + \frac{dl}{dz} = 0 \quad ; \quad \frac{dn}{dy} + \frac{dm}{dz} = 0 . \end{aligned}$$

3. Trattiamole come segue. Derivando per y la quarta, e per z la quinta, otteniamo

$$\frac{d^2 m}{dx dy} + \frac{d^2 l}{dy^2} = 0 \quad ; \quad \frac{d^2 n}{dx dz} + \frac{d^2 l}{dz^2} = 0 ;$$

ma la seconda e la terza derivate per x ci danno

$$\frac{d^2 m}{dx dy} = 0 \quad ; \quad \frac{d^2 n}{dx dz} = 0 ;$$

dunque abbiamo la simultanea sussistenza delle tre

$$(10) \quad \frac{dl}{dx} = 0 \quad ; \quad \frac{d^2 l}{dy^2} = 0 \quad ; \quad \frac{d^2 l}{dz^2} = 0 .$$

Con processo molto simile deduciamo dalle (9) le analoghe

$$(11) \quad \begin{aligned} \frac{d^2 m}{dx^2} = 0 & \quad ; \quad \frac{dm}{dy} = 0 & \quad ; \quad \frac{d^2 m}{dz^2} = 0 \\ \frac{d^2 n}{dx^2} = 0 & \quad ; \quad \frac{d^2 n}{dy^2} = 0 & \quad ; \quad \frac{dn}{dz} = 0 . \end{aligned}$$

Le (10) sono integrabili a colpo d'occhio; la prima di esse ci prova che il valore di l non contiene la x , e dalle due seguenti apparisce che un tal valore non può contenere le y, z se non linearmente. Sarà dunque il valore di l della forma

$$l = w_1 + s_2 z + e y$$

essendo w_1, s_2, e tre costanti per riguardo alle variabili x, y, z . Allo stesso modo dedurremo dalle (11) i valori

$$m = w_2 + s_3 x + k z$$

$$n = w_3 + s_1 y + j z$$

dove le w_2, s_3, k ; w_3, s_1, j significano sei costanti della stessa natura delle w_1, s_2, e . Non tutte però queste nove costanti rimangono indeterminate, perchè se i valori ora trovati si sostituiscono nelle ultime tre delle equazioni (9), vediamo risulturne

$$s_3 + e = 0 \quad ; \quad j + s_2 = 0 \quad ; \quad s_1 + k = 0 ;$$

delle quali dedurremo le e, j, k date per le s_3, s_2, s_1 .

Dopo di ciò i valori delle l, m, n diventano

$$(12) \quad \begin{aligned} l &= w_1 + s_2 z - s_3 y \\ m &= w_2 + s_3 x - s_1 z \\ n &= w_3 + s_1 y - s_2 x . \end{aligned}$$

Sono questi i medesimi valori che per le l, m, n , ovvero $\delta x, \delta y, \delta z$ (rivedi le equazioni (2)), troviamo alla fine del Capo III, equazioni (39) n. 43 m. p., facendo variare nelle equazioni (1) le dodici costanti f, g, h, α_1 , ec., ossia supponendo un piccolo spostamento negli assi. Dunque è provato che con questo solo mezzo dello spostamento degli assi, o del far variare nelle (1) le dodici costanti f, g, h, α_1 , ec., si raggiungono per $\delta x, \delta y, \delta z$ i valori generali appropriati alla questione, senza attribuire nelle stesse (1) variazioni anche alle p, q, r : questa osservazione è fondamentale.

4. Posta la proposizione precedente, i ragionamenti ed i calcoli, come dissi fin da principio, possono prendere un andamento più semplice, giacchè si può evitare d'introdurre nella equazione generalissima le derivate e gl'integrali relativamente alle variabili intermedie p, q, r ; e ciò perchè si vede ora il modo di assegnare mediante le sole coordinate a, b, c dello stato antecedente, ed x, y, z dell'attuale, le equazioni di condizione sussistenti per ogni punto di sistemi anche variabili in conseguenza di movimenti intestini delle loro molecole. Infatti, se partendo dalle equazioni (1) cercheremo i valori dei sei trinomi $t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6$ (equazioni (6), n. 34 m. p.), ed anche quelli degli infiniti trinomi T_1, T_2, T_3 , ec., dei quali sponemmo i primi 39 nelle riunioni (14), (15) n. 73 m. p., ci formeremo (come già al n. 34, equazioni (8) m. p.) altrettante equazioni in cui i secondi membri saranno fatti colle derivate delle p, q, r per a, b, c , precisamente come i primi colle derivate delle x, y, z per le stesse a, b, c , sparita in quei secondi ogni traccia delle dodici quantità $f, g, h, \alpha_1, \beta_1, \gamma_1, \alpha_2$, ec.

Ora, dopo quanto vedemmo più sopra, prendere le variate di tali equazioni vuol dire (rivedi il n. 42 m. p.) attribuire alle variabili x, y, z gli aumenti $i\delta x, i\delta y, i\delta z$, ch'esse assumono pel variare delle dodici quantità f, g, h, α_1 , ec. Ma comechè queste quantità non entrano in tutti i secondi membri delle equazioni in discorso, essi spariranno mentre si deriva secondo la caratteristica δ , e si avranno le variate delle infinite equazioni così espresse

$$(13) \quad \begin{aligned} \delta t_1 = 0 & ; \quad \delta t_2 = 0 & ; \quad \delta t_3 = 0 & ; \quad \delta t_4 = 0 & ; \quad \delta t_5 = 0 & ; \quad \delta t_6 = 0 \\ \delta T_1 = 0 & ; \quad \delta T_2 = 0 & ; \quad \delta T_3 = 0 & ; \quad \text{ec. all'infinito.} \end{aligned}$$

Notisi bene: quei secondi membri svaniscono nell'operazione indicata dalla caratteristica δ , non perchè siano assolutamente costanti, come lo erano i secondi membri delle equazioni (8), n. 34 m. p. pei sistemi rigidi: sono anzi il più spesso variabili, per esempio nel caso de' fluidi, ma sono variabili pel variare di tutt'altre quantità, che non sian quelle al variar delle quali è dovuto il prodursi delle variazioni $\delta x, \delta y, \delta z$, cioè le solite dodici f, g, h, α_1 , ec. Stante l'assenza di tali dodici quantità da quei secondi membri, essi vanno via mentre si deriva secondo δ , come quando sono assolutamente costanti, ed ecco la ragione di quella proprietà che nel preambolo della Memoria dicemmo intraveduta ma non dimostrata.

Le infinite equazioni di condizione (13) si riducono poi alle sole prime sei, essendosi dimostrato (n. 74 m. p.) che tutti gli infiniti trinomi T_1, T_2, T_3 , ec. eguagliano espressioni fatte dei primi sei t_1, t_2, \dots, t_6 , e delle loro derivate

per a, b, c ; talchè tutte le equazioni (13) dopo le prime sei si possono considerare semplici combinazioni di esse sei precedenti.

Quantunque un tale ragionamento per ridurre a sole sei le equazioni (13), sia, a parer mio, convincentissimo, amo di preferenza seguirne un altro siccome quello che, colle debite modificazioni, ci gioverà fra poco anche per sistemi superficiali e lineari. A discernere fra le equazioni (13), prenderemo come essenzialmente diverse quelle sole che sono necessarie e bastano all'oggetto di trovare per le variazioni $\delta x, \delta y, \delta z$ i valori (12): tutte le altre manifestamente non potranno essere che combinazioni di quelle assunte a fine di conseguire una tale determinazione, e dovranno riuscire identicamente soddisfatte per la sostituzione dei valori (12). Raccomando di verificare quest'ultima proprietà almeno per alcune scelte a piacimento. Delle (13) le necessarie e sufficienti per trovare i valori (12) sono le prime sei. Qui converrebbe ripetere un calcolo, il quale (dopo sostituiti per t_1, t_2, \dots, t_6 i trinomi equivalenti, equazioni (6), num. 34 m. p.) si trova precisamente il medesimo già eseguito più sopra sulle equazioni (3) colla differenza dell'avarsi le lettere a, b, c invece delle p, q, r . Nell'andamento analitico l'unica diversità s'incontra nel luogo dove volendo dimostrare la sussistenza delle sei equazioni (9), riduciamo l'equazione simile alla (7) si che diventa

$$(a) \left(\frac{dx}{da} + \alpha \frac{dx}{db} + \beta \frac{dx}{dc} \right)^2 = 0 .$$

Ivi, a convincerei che il secondo fattore non può essere zero, non vale più il dire che si annullerebbe un sestinomio già trovato eguale all'unità: invece bisogna dire che messi i valori di α, β risulterebbe zero il sestinomio II ben conosciuto (vedi equazione (4), n. 9 m. p.) e quindi infinita la densità Γ (ivi, equazione (6)), cosa impossibile.

Assunte così per sole equazioni di condizione le prime sei fra le (13), si capisce come l'equazione (10), n. 35 m. p., non è unicamente relativa ai sistemi rigidi, ma generalissima per ogni sorta di sistemi a tre dimensioni. Si capisce inoltre (per ciò che segue nella m. p. n. 36, 37, 38) come fatte

$$(14) \quad \begin{aligned} \Lambda &= \Gamma(\text{I}) & ; & \quad \Xi = \Gamma(\text{II}) & ; & \quad \Pi = \Gamma(\text{III}) \\ \Sigma &= \Gamma(\text{IV}) & ; & \quad \Phi = \Gamma(\text{V}) & ; & \quad \Psi = \Gamma(\text{VI}), \end{aligned}$$

nelle quali le sei quantità (I), (II) (VI) hanno i valori scritti per mezzo delle equazioni (27), n. 38 m. p. (rivedi colà le equazioni (26), (28), (29)), le tre

che si estendono a tutti i punti della massa, sono le

$$(15) \quad \begin{aligned} \Gamma \left(X - \frac{d^2x}{dt^2} \right) + \frac{d\Lambda}{dx} + \frac{d\Sigma}{dy} + \frac{d\Phi}{dz} &= 0 \\ \Gamma \left(Y - \frac{d^2y}{dt^2} \right) + \frac{d\Sigma}{dx} + \frac{d\Xi}{dy} + \frac{d\Psi}{dz} &= 0 \\ \Gamma \left(Z - \frac{d^2z}{dt^2} \right) + \frac{d\Phi}{dx} + \frac{d\Psi}{dy} + \frac{d\Pi}{dz} &= 0 \end{aligned}$$

già dimostrate altrimenti (equazioni (23), n. 40 m. p.); e che le tre (n. 52 m. p.)

$$(16) \quad \begin{aligned} \lambda (\Gamma) \sqrt{1 + \left(\frac{dz}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dy}\right)^2} - \Phi + \frac{dz}{dx} \Lambda + \frac{dz}{dy} \Sigma &= 0 \\ \mu (\Gamma) \sqrt{1 + \left(\frac{dz}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dy}\right)^2} - \Psi + \frac{dz}{dx} \Sigma + \frac{dz}{dy} \Xi &= 0 \\ \nu (\Gamma) \sqrt{1 + \left(\frac{dz}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dy}\right)^2} - \Pi + \frac{dz}{dx} \Phi + \frac{dz}{dy} \Psi &= 0 \end{aligned}$$

sono quelle che si verificano unicamente alla superficie conterminante il corpo: dove λ, μ, ν significano le tre componenti secondo i tre assi della pressione propria del punto (x, y, z) generico in tal superficie, e (Γ) è la densità che regna fra le molecole alla stessa superficie.

4. Un'operazione analitica alquanto prolissa ma di molta importanza per le cose che avremo a dire in appresso, principalmente nel Capo VI, si è quella di desumere inversamente dalle precedenti equazioni (14) le sei quantità A, B, C, D, E, F date per le sei $\Lambda, \Xi, \Pi, \Sigma, \Phi, \Psi$; la metteremo qui a compimento di questo primo Capo.

Primieramente conviene osservare che come già coi valori delle equazioni (27) n. 14 m. p. si verificavano colà identicamente le susseguenti nove equazioni (28), si verificano alla stessa maniera (e può provarsi colla materiale sostituzione) queste altre nove

$$(20) \quad \begin{aligned} l_1 \frac{dx}{da} + l_2 \frac{dy}{da} + l_3 \frac{dz}{da} &= H \\ l_1 \frac{dx}{db} + l_2 \frac{dy}{db} + l_3 \frac{dz}{db} &= 0 \\ l_1 \frac{dx}{dc} + l_2 \frac{dy}{dc} + l_3 \frac{dz}{dc} &= 0 \\ m_1 \frac{dx}{da} + m_2 \frac{dy}{da} + m_3 \frac{dz}{da} &= 0 \\ m_1 \frac{dx}{db} + m_2 \frac{dy}{db} + m_3 \frac{dz}{db} &= H \end{aligned}$$

$$m_1 \frac{dx}{dc} + m_2 \frac{dy}{dc} + m_3 \frac{dz}{dc} = 0$$

$$n_1 \frac{dx}{da} + n_2 \frac{dy}{da} + n_3 \frac{dz}{da} = 0$$

$$n_1 \frac{dx}{db} + n_2 \frac{dy}{db} + n_3 \frac{dz}{db} = 0$$

$$n_1 \frac{dx}{dc} + n_2 \frac{dy}{dc} + n_3 \frac{dz}{dc} = H.$$

Poi è necessario scrivere da capo le sei equazioni (14) avendo sostituito nei secondi membri alle sei quantità (I), (II), (III), (IV), (V), (VI) i valori equivalenti (equazioni (27), n. 38 m. p.). Dopo di ciò si moltiplichino rispettivamente dette sei equazioni per le quantità

$$l_1^2, l_2^2, l_3^2, 2l_1 l_2, 2l_1 l_3, 2l_2 l_3;$$

indi si sommino: l' unica equazione risultante potrà scriversi

$$(21) \quad -\frac{1}{2I} \left\{ \Lambda l_1^2 + \Xi l_2^2 + \Pi l_3^2 + 2 \Sigma l_1 l_2 + 2 \Phi l_1 l_3 + 2 \Psi l_2 l_3 \right\} = \\ A \left(l_1 \frac{dx}{da} + l_2 \frac{dy}{da} + l_3 \frac{dz}{da} \right)^2 + D \left(l_1 \frac{dx}{da} + l_2 \frac{dy}{da} + l_3 \frac{dz}{da} \right) \left(l_1 \frac{dx}{db} + l_2 \frac{dy}{db} + l_3 \frac{dz}{db} \right) \\ + B \left(l_1 \frac{dx}{db} + l_2 \frac{dy}{db} + l_3 \frac{dz}{db} \right)^2 + E \left(l_1 \frac{dx}{da} + l_2 \frac{dy}{da} + l_3 \frac{dz}{da} \right) \left(l_1 \frac{dx}{dc} + l_2 \frac{dy}{dc} + l_3 \frac{dz}{dc} \right) \\ + C \left(l_1 \frac{dx}{dc} + l_2 \frac{dy}{dc} + l_3 \frac{dz}{dc} \right)^2 + F \left(l_1 \frac{dx}{db} + l_2 \frac{dy}{db} + l_3 \frac{dz}{db} \right) \left(l_1 \frac{dx}{dc} + l_2 \frac{dy}{dc} + l_3 \frac{dz}{dc} \right).$$

Adesso le equazioni (20) provano che il secondo membro si riduce semplicemente AH^2 ovvero $\frac{A}{I^2}$ a motivo della equazione (6), num. 9 m. p. Per tal modo il valore di A è subito ricavato e risulta come nel quadro che porremo qui dopo.

Sarà poi facile per la somiglianza delle operazioni persuaderci che moltiplicando rispettivamente le sei equazioni (14) per le quantità

$$m_1^2, m_2^2, m_3^2, 2m_1 m_2, 2m_1 m_3, 2m_2 m_3$$

e un' altra volta per

$$n_1^2, n_2^2, n_3^2, 2n_1 n_2, 2n_1 n_3, 2n_2 n_3,$$

indi sommandole e avendo l'occhio alle equazioni identiche (20), si ricavano anche per B, C i valori che qui dopo stanno registrati.

All'oggetto di avere il valore di D le sei equazioni debbono essere rispettivamente moltiplicate per

$$l_1 m_1, l_2 m_2, l_3 m_3, \quad l_1 m_2 + m_1 l_2, \quad l_1 m_3 + m_1 l_3, \quad l_2 m_3 + m_2 l_3;$$

indi sommate: la somma può scriversi

$$\begin{aligned} & - \frac{1}{\Gamma} \left\{ \Lambda l_1 m_1 + \Xi l_2 m_2 + \Pi l_3 m_3 + \Sigma (l_1 m_2 + m_1 l_2) + \Phi (l_1 m_3 + m_1 l_3) \right. \\ (22) \quad & \left. + \Upsilon (l_2 m_3 + m_2 l_3) \right\} \\ & = 2A \quad \left(l_1 \frac{dx}{da} + l_2 \frac{dy}{da} + l_3 \frac{dz}{da} \right) \left(m_1 \frac{dx}{da} + m_2 \frac{dy}{da} + m_3 \frac{dz}{da} \right) \\ & + 2B \quad \left(l_1 \frac{dx}{db} + l_2 \frac{dy}{db} + l_3 \frac{dz}{db} \right) \left(m_1 \frac{dx}{db} + m_2 \frac{dy}{db} + m_3 \frac{dz}{db} \right) \\ & + 2C \quad \left(l_1 \frac{dx}{dc} + l_2 \frac{dy}{dc} + l_3 \frac{dz}{dc} \right) \left(m_1 \frac{dx}{dc} + m_2 \frac{dy}{dc} + m_3 \frac{dz}{dc} \right) \\ & + D \quad \left\{ \begin{aligned} & \left(l_1 \frac{dx}{da} + l_2 \frac{dy}{da} + l_3 \frac{dz}{da} \right) \left(m_1 \frac{dx}{db} + m_2 \frac{dy}{db} + m_3 \frac{dz}{db} \right) \\ & + \left(m_1 \frac{dx}{da} + m_2 \frac{dy}{da} + m_3 \frac{dz}{da} \right) \left(l_1 \frac{dx}{db} + l_2 \frac{dy}{db} + l_3 \frac{dz}{db} \right) \end{aligned} \right\} \\ & + E \quad \left\{ \begin{aligned} & \left(l_1 \frac{dx}{da} + l_2 \frac{dy}{da} + l_3 \frac{dz}{da} \right) \left(m_1 \frac{dx}{dc} + m_2 \frac{dy}{dc} + m_3 \frac{dz}{dc} \right) \\ & + \left(m_1 \frac{dx}{da} + m_2 \frac{dy}{da} + m_3 \frac{dz}{da} \right) \left(l_1 \frac{dx}{dc} + l_2 \frac{dy}{dc} + l_3 \frac{dz}{dc} \right) \end{aligned} \right\} \\ & + F \quad \left\{ \begin{aligned} & \left(l_1 \frac{dx}{db} + l_2 \frac{dy}{db} + l_3 \frac{dz}{db} \right) \left(m_1 \frac{dx}{dc} + m_2 \frac{dy}{dc} + m_3 \frac{dz}{dc} \right) \\ & + \left(m_1 \frac{dx}{db} + m_2 \frac{dy}{db} + m_3 \frac{dz}{db} \right) \left(l_1 \frac{dx}{dc} + l_2 \frac{dy}{dc} + l_3 \frac{dz}{dc} \right) \end{aligned} \right\}. \end{aligned}$$

Anche nel secondo membro di questa si effettua una ben notevole riduzione per effetto delle equazioni identiche (20): esso diventa semplicemente DH^2 , e per tal maniera si ottiene prontamente il valore di D cercato.

Per avere quelli delle E, F non si deve far altro che ripetere due volte un calcolo affatto simile, moltiplicando una volta le sei equazioni rispettivamente per

$$l_1 n_1, l_2 n_2, l_3 n_3, \quad l_1 n_2 + n_1 l_2, \quad l_1 n_3 + n_1 l_3, \quad l_2 n_3 + n_2 l_3$$

e un'altra volta per

$$m_1 n_1, m_2 n_2, m_3 n_3, \quad m_1 n_2 + n_1 m_2, \quad m_1 n_3 + n_1 m_3, \quad m_2 n_3 + n_2 m_3.$$

Il quadro dei valori trovati, seguendo il tracciato andamento, è come segue

$$\begin{aligned}
 A &= -\frac{1}{2} \Gamma \{ \Lambda l_1^2 + \Xi l_2^2 + \Pi l_3^2 + 2 \Sigma l_1 l_2 + 2 \Phi l_1 l_3 + 2 \Psi l_2 l_3 \} \\
 B &= -\frac{1}{2} \Gamma \{ \Lambda m_1^2 + \Xi m_2^2 + \Pi m_3^2 + 2 \Sigma m_1 m_2 + 2 \Phi m_1 m_3 + 2 \Psi m_2 m_3 \} \\
 C &= -\frac{1}{2} \Gamma \{ \Lambda n_1^2 + \Xi n_2^2 + \Pi n_3^2 + 2 \Sigma n_1 n_2 + 2 \Phi n_1 n_3 + 2 \Psi n_2 n_3 \} \\
 D &= -\Gamma \{ \Lambda l_1 m_1 + \Xi l_2 m_2 + \Pi l_3 m_3 \\
 (23) \quad &\quad + \Sigma (l_1 m_2 + m_1 l_2) + \Phi (l_1 m_3 + m_1 l_3) + \Psi (l_2 m_3 + m_2 l_3) \} \\
 E &= -\Gamma \{ \Lambda l_1 n_1 + \Xi l_2 n_2 + \Pi l_3 n_3 \\
 &\quad + \Sigma (l_1 n_2 + n_1 l_2) + \Phi (l_1 n_3 + n_1 l_3) + \Psi (l_2 n_3 + n_2 l_3) \} \\
 F &= -\Gamma \{ \Lambda m_1 n_1 + \Xi m_2 n_2 + \Pi m_3 n_3 \\
 &\quad + \Sigma (m_1 n_2 + n_1 m_2) + \Phi (m_1 n_3 + n_1 m_3) + \Psi (m_2 n_3 + n_2 m_3) \}.
 \end{aligned}$$

CAPO II.

Applicazione del principio alla ricerca delle equazioni generalissime pel moto e per l'equilibrio de' sistemi lineari e superficiali.

6. Abbiamo detto al cominciare del Capo precedente che in generale per tutte tre le sorte di sistemi continui le variazioni δx , δy , δz possono considerarsi avere quei valori che si ottengono attribuendo alle coordinate x , y , z del punto generico aumenti piccolissimi cagionati da un leggier spostamento degli assi rettangolari ai quali il sistema è riferito: ma non abbiamo dimostrata la proposizione se non pei sistemi a tre dimensioni. Quanto ai lineari ed ai superficiali la dimostrazione dovrebbe farsi appoggiandoci pei primi alle equazioni (10), (11), ec., n. 78, e pei secondi alle equazioni (34), n. 82 m. p., Capo VII ed ultimo. Siccome però il numero di tali equazioni sostanzialmente diverse non fu in quel Capo da noi ben determinato, mentre invece lo era quello delle (14), n. 47 m. p., pei sistemi a tre dimensioni, è chiaro che senza un tal precedente l'accennata dimostrazione non può aver luogo. Terremo pertanto nelle circostanze attuali il seguente andamento che ci pare il più vantaggioso: supporremo dapprima (valendoci per poco dell'analogia) vera la proposizione anche pei sistemi lineari e superficiali, e, viste le conseguenze, avremo poi cura di

riconfermarle rigorosamente mediante l'altro processo analitico del Capo VI m. p., la di cui applicazione anche ai sistemi lineari e superficiali venne indicata sul principio del succitato Capo VII, ma ivi ommessa per brevità.

Alla fine poi del Capo III, quando saranno state esposte in più maniere le dimostrazioni delle equazioni generalissime per tutti i sistemi, riassumeremo l'ordine dei ragionamenti, presentandolo sotto quel punto di vista che lasci scorgere al lettore nulla rimanere che non sia ben dimostrato.

Pei sistemi lineari nei quali le coordinate x, y, z spettanti allo stato reale si considerano funzioni di una sola variabile a relativa allo stato precedente ideale (n. 11 m. p.), i trinomi

$$\begin{aligned}
 & \left(\frac{dx}{da}\right)^2 + \left(\frac{dy}{da}\right)^2 + \left(\frac{dz}{da}\right)^2 \\
 & \left(\frac{d^2x}{da^2}\right)^2 + \left(\frac{d^2y}{da^2}\right)^2 + \left(\frac{d^2z}{da^2}\right)^2 \\
 (1) \quad & \left(\frac{d^3x}{da^3}\right)^2 + \left(\frac{d^3y}{da^3}\right)^2 + \left(\frac{d^3z}{da^3}\right)^2 \\
 & \left(\frac{d^4x}{da^4}\right)^2 + \left(\frac{d^4y}{da^4}\right)^2 + \left(\frac{d^4z}{da^4}\right)^2 \\
 & \text{ec. , ec. , ec.}
 \end{aligned}$$

all' infinito sono quelli che, sostituendo per x, y, z i valori (1) del Capo precedente, ricompajono fatti colle derivate delle p, q, r alla stessa maniera, eliminata ogni traccia delle dodici quantità f, g, h, α_1 , ec. Instituite quindi altrettante equazioni fra essi e i loro valori espressi colle p, q, r , se di tali equazioni si prendono le variate, avremo

$$\begin{aligned}
 (2) \quad & \partial \left\{ \left(\frac{dx}{da}\right)^2 + \left(\frac{dy}{da}\right)^2 + \left(\frac{dz}{da}\right)^2 \right\} = 0 \\
 & \partial \left\{ \left(\frac{d^2x}{da^2}\right)^2 + \left(\frac{d^2y}{da^2}\right)^2 + \left(\frac{d^2z}{da^2}\right)^2 \right\} = 0 \\
 & \text{ec. , ec. , ec.}
 \end{aligned}$$

all' infinito: e la ragione dello sparire i secondi membri è la medesima già addotta nel Capo precedente; l'operazione ∂ è relativa al variare di dodici elementi analitici f, g, h, α_1 , ec. che non entrano in quei secondi membri, i quali vengono quindi trattati come se fossero costanti, sebbene possano essere variabili pel variare di altri elementi.

Esprimendo anche qui più compendiosamente le variazioni δx , δy , δz per mezzo delle lettere l , m , n , le equazioni (2) diventano

$$(3) \quad \begin{aligned} \frac{dx}{da} \frac{dl}{da} + \frac{dy}{da} \frac{dm}{da} + \frac{dz}{da} \frac{dn}{da} &= 0 \\ \frac{d^2x}{da^2} \frac{d^2l}{da^2} + \frac{d^2y}{da^2} \frac{d^2m}{da^2} + \frac{d^2z}{da^2} \frac{d^2n}{da^2} &= 0 \\ \frac{d^3x}{da^3} \frac{d^3l}{da^3} + \frac{d^3y}{da^3} \frac{d^3m}{da^3} + \frac{d^3z}{da^3} \frac{d^3n}{da^3} &= 0 \\ \text{ec.} \quad , \quad \text{ec.} \quad , \quad \text{ec.} \end{aligned}$$

e queste sono quelle i cui primi membri debbono essere moltiplicati per altrettanti coefficienti indeterminati all'oggetto d'introdurle i prodotti sotto un integrale relativo alla variabile a nell'equazione generalissima del moto e dell'equilibrio de' sistemi lineari (equazione (12), n. 79 m. p.).

Ma dovranno essere infinite di numero tali equazioni (3), e quindi infiniti i moltiplicatori introdotti come sopra? No: analogamente al già detto (al n. 14) dovremo prendere delle equazioni (3) quelle sole che sono necessarie e bastano a trovare per l , m , n i valori (12) del Capo precedente; le altre non saranno che una combinazione di esse. Passiamo a vedere che per trovare gli anzidetti valori di l , m , n conviene delle equazioni (3) prendere le prime tre: queste sole adunque saranno le sostanzialmente diverse. Ciò poi si farà lucidissimo più tardi quando proveremo che tutti i trinomj (1) dopo i primi tre possono aversi espressi per questi soli tre e loro derivate.

Essendo lecito intendere cavato dalla equazione $x = x(a)$ inversamente a per x , è anche lecito considerare le cinque quantità y , z , l , m , n funzioni di a in quanto prima lo sono di x . Indicheremo con apici le loro derivate per la x , quindi

$$\begin{aligned} \frac{dy}{da} &= y' \frac{dx}{da} \quad ; \quad \frac{d^2y}{da^2} = y'' \left(\frac{dx}{da} \right)^2 + y' \frac{d^2x}{da^2} \\ \frac{d^3y}{da^3} &= y''' \left(\frac{dx}{da} \right)^3 + 3y'' \frac{dx}{da} \frac{d^2x}{da^2} + y' \frac{d^3x}{da^3} \end{aligned}$$

e similmente per le derivate delle altre quattro quantità. Ciò posto: la prima delle (3) diventa

$$\left(\frac{dx}{da} \right)^2 (l' + y' m' + z' n') = 0$$

e siccome $\frac{dx}{da}$ non potrebbe essere zero, perchè allora la x sarebbe costante, avremo

$$(4) \quad l' + y' m' + z' n' = 0 .$$

La seconda delle (3), dopo le sostituzioni, può mettersi sotto la forma

$$\left(\frac{dx}{da}\right)^2 \frac{d^2x}{da^2} (l' + y'm' + z'n')' + \left(\frac{d^2x}{da^2}\right)^2 (l' + y'm' + z'n') + \left(\frac{dx}{da}\right)^4 (m''y'' + n''z'') = 0$$

la quale si semplifica assai in forza della precedente, e ci somministra l'altra

$$(5) \quad m''y'' + n''z'' = 0 .$$

La terza delle (3), eseguite le sostituzioni, si presenta alquanto complicata, ma con un po' di pazienza si vede che si può ridurre alla forma

$$\begin{aligned} & \left(\frac{dx}{da}\right)^3 \frac{d^3x}{da^3} \{ (l' + y'm' + z'n')'' - 2(m''y'' + n''z'')' \} \\ & + 3 \frac{dx}{da} \frac{d^2x}{da^2} \frac{d^2x}{da^2} (l' + y'm' + z'n')' + \left(\frac{d^2x}{da^2}\right)^2 (l' + y'm' + z'n') \\ & + 3 \left(\frac{dx}{da}\right)^4 \frac{d^3x}{da^3} (m''y'' + n''z'')' + 9 \left(\frac{dx}{da}\right)^2 \left(\frac{d^2x}{da^2}\right)^2 (m''y'' + n''z'') \\ & + \left(\frac{dx}{da}\right)^6 (m'''y''' + n'''z''') = 0 . \end{aligned}$$

Quindi, stanti le equazioni (4), (5), ne caviamo la terza

$$(6) \quad m'''y''' + n'''z''' = 0 .$$

L'integrazione delle tre equazioni (4), (5), (6), per dedurne i valori di l, m, n , è stata fatta da Lagrange (M. A., t. 4.^o, pag. 168-169 2.^a edizione; pag. 161 3.^a edizione): la riproduco con qualche modificazione.

Si sommi la (5) colla sua derivata moltiplicata per α , e colla (6) moltiplicata per β , essendo α, β due arbitrarie: avremo

$$\begin{aligned} & m''(y'' + \alpha y''') + m'''(\alpha y'' + \beta y''') \\ & + n''(z'' + \alpha z''') + n'''(\alpha z'' + \beta z''') = 0 . \end{aligned}$$

Disponiamo delle due arbitrarie α, β ed porre

$$y'' + \alpha y''' = 0 \quad ; \quad \alpha y'' + \beta y''' = 0 ;$$

l'equazione precedente diventa tale che può scriversi

$$(7) \quad (z''y''' - y''z''') (n''y''' - y''n''') = 0 .$$

In questa il primo fattore non può essere zero: se lo fosse, se ne caverebbe $\frac{z'''}{z''} = \frac{y'''}{y''}$, quindi, mediante una integrazione, $z'' = Gy''$ (G costante per riguardo ad x), e con altre due integrazioni si avrebbe l'equazione di un piano a cui le coordinate della curva dovrebbero sempre soddisfare: il che non è ammissibile in generale. Dunque sarà zero l'altro fattore nella (7), cioè si avrà

$$\frac{n'''}{n''} = \frac{y'''}{y''}.$$

Di qui con una integrazione $n'' = s_1 y''$

e con altre due $n = w_3 + s_1 y - s_2 x$,

essendo $s_1, -s_2, w_3$ tre costanti arbitrarie.

Il valore di n'' qui sopra trovato si ponga nella (5), ne dedurremo

$$m'' = -s_1 z''$$

e dopo due integrazioni $m = w_2 - s_1 z + s_3 x$

essendo w_2, s_3 le nuove costanti da esso introdotte. Per ultimo i valori

$$m' = -s_1 z' + s_3 \quad ; \quad n' = s_1 y' - s_2$$

che incontriamo per via nelle operazioni precedenti, sostituiti nella (4), conducono a trovare dopo una integrazione e l'introduzione di una nuova costante $w_1, l = w_1 + s_2 z - s_3 y$. Ecco ritornati per l, m, n i valori (12) del Capo precedente.

7. Risultando dal sin qui detto che le sole prime tre delle equazioni (3) sono le sostanzialmente diverse, l'equazione generalissima del moto e dell'equilibrio de' sistemi lineari sarà

$$(8) \quad \int da \cdot \left\{ \left(X - \frac{d^2 x}{dt^2} \right) \delta x + \left(Y - \frac{d^2 y}{dt^2} \right) \delta y + \left(Z - \frac{d^2 z}{dt^2} \right) \delta z \right\} \\ + \int da \cdot \left\{ \lambda \left(\frac{dx}{da} \frac{d\delta x}{da} + \frac{dy}{da} \frac{d\delta y}{da} + \frac{dz}{da} \frac{d\delta z}{da} \right) \right. \\ + \mu \left(\frac{d^2 x}{da^2} \frac{d^2 \delta x}{da^2} + \frac{d^2 y}{da^2} \frac{d^2 \delta y}{da^2} + \frac{d^2 z}{da^2} \frac{d^2 \delta z}{da^2} \right) \\ \left. + \nu \left(\frac{d^3 x}{da^3} \frac{d^3 \delta x}{da^3} + \frac{d^3 y}{da^3} \frac{d^3 \delta y}{da^3} + \frac{d^3 z}{da^3} \frac{d^3 \delta z}{da^3} \right) \right\} + \Omega = 0$$

intendendo espressi colla Ω i termini introdotti da forze, se mai vi sono, applicati a punti determinati.

Praticando le solite trasformazioni a fine di liberare dalle derivazioni le $\delta x, \delta y, \delta z$ sotto il segno integrale (vedi M. A., tom. 1.^o, num. 54), e ponendo per

abbreviare

$$\begin{aligned}
 P &= \lambda \frac{dx}{da} - \frac{d\left(\mu \frac{d^2x}{da^2}\right)}{da} + \frac{d^2\left(\nu \frac{d^3x}{da^3}\right)}{da^2} \\
 Q &= \lambda \frac{dy}{da} - \frac{d\left(\mu \frac{d^2y}{da^2}\right)}{da} + \frac{d^2\left(\nu \frac{d^3y}{da^3}\right)}{da^2} \\
 R &= \lambda \frac{dz}{da} - \frac{d\left(\mu \frac{d^2z}{da^2}\right)}{da} + \frac{d^2\left(\nu \frac{d^3z}{da^3}\right)}{da^2} \\
 T &= P\delta x + Q\delta y + R\delta z \\
 &+ \left(\mu \frac{d^2x}{da^2} - \frac{d\left(\nu \frac{d^3x}{da^3}\right)}{da}\right) \frac{d\delta x}{da} + \left(\mu \frac{d^2y}{da^2} - \frac{d\left(\nu \frac{d^3y}{da^3}\right)}{da}\right) \frac{d\delta y}{da} + \left(\mu \frac{d^2z}{da^2} - \frac{d\left(\nu \frac{d^3z}{da^3}\right)}{da}\right) \frac{d\delta z}{da} \\
 &+ \nu \frac{d^3x}{da^3} \frac{d^2\delta x}{da^2} + \nu \frac{d^3y}{da^3} \frac{d^2\delta y}{da^2} + \nu \frac{d^3z}{da^3} \frac{d^2\delta z}{da^2};
 \end{aligned}
 \tag{9}$$

la quantità sottoposta nella (8) al secondo segno integrale diventa

$$-\frac{dP}{da} \delta x - \frac{dQ}{da} \delta y - \frac{dR}{da} \delta z + \frac{dT}{da}.$$

Pertanto, giusta il metodo conosciuto, si ricavano dalla (8) le quattro equazioni

$$\begin{aligned}
 X - \frac{d^2x}{dt^2} &= \frac{dP}{da} \\
 Y - \frac{d^2y}{dt^2} &= \frac{dQ}{da} \\
 Z - \frac{d^2z}{dt^2} &= \frac{dR}{da}
 \end{aligned}
 \tag{10}$$

$$T_2 - T_1 + \Omega = 0
 \tag{11}$$

nell'ultima delle quali T_2, T_1 significano i valori che riceve la T ai due limiti del sistema lineare pei valori particolari ivi presi dalla variabile a .

Facile è cambiare le precedenti (10) nelle (25), n. 80 m. p., che hanno le derivate prese per la x dello stato attuale, cioè nelle

$$\begin{aligned}
 \Gamma \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dx}\right)^2} \left(X - \frac{d^2x}{dt^2}\right) &= \frac{dP}{dx} \\
 \Gamma \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dx}\right)^2} \left(Y - \frac{d^2y}{dt^2}\right) &= \frac{dQ}{dx} \\
 \Gamma \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dx}\right)^2} \left(Z - \frac{d^2z}{dt^2}\right) &= \frac{dR}{dx}.
 \end{aligned}
 \tag{12}$$

Basta a tal uopo osservare che $\frac{dP}{du} = \frac{dP}{dx} \frac{dx}{du}$; $\frac{dQ}{du} = \frac{dQ}{dx} \frac{dx}{du}$; $\frac{dR}{du} = \frac{dR}{dv} \frac{dx}{dx}$; e mettere per $\frac{dx}{du}$ il suo valore cavato dalla equazione identica

$$(13) \quad \Gamma \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dx}\right)^2} \cdot \frac{dx}{du} = 1$$

che è la (13), n. 79 m. p.

Noterò che possono assumersi le tre indeterminate P, Q, R in luogo delle λ, μ, ν ; ma che però entrando queste a comporre l'espressione della T che giuoca ai limiti, conviene eliminarvele sostituendo i loro valori dedotti dalle equazioni (9) : su di ciò per ora non mi trattengo. Osserverò inoltre che quando τ, ν sono zero, abbiamo dalle (9) e dalla (13)

$$(14) \quad P = \frac{\lambda}{\Gamma V} \quad ; \quad Q = \frac{\lambda}{\Gamma V} \frac{dy}{dx} \quad ; \quad R = \frac{\lambda}{\Gamma V} \frac{dz}{dx}$$

stando la V in luogo del radicale visibile nella (13) ; e la quantità T si riduce

$$T = \frac{\lambda}{\Gamma V} \left(\delta x + \frac{dy}{dx} \delta y + \frac{dz}{dx} \delta z \right) .$$

Coi valori (14) sostituiti nelle (12), fatta avvertenza all'equazione identica

$$\left(\frac{1}{V}\right)' + y' \left(\frac{y'}{V}\right)' + z' \left(\frac{z'}{V}\right)' = 0 ,$$

si cava facilmente la

$$(15) \quad \left(\frac{\lambda}{V}\right)' = \Gamma \left\{ X - \frac{d^2x}{dt^2} + y' \left(Y - \frac{d^2y}{dt^2} \right) + z' \left(Z - \frac{d^2z}{dt^2} \right) \right\}$$

che serve alla determinazione della λ : in queste due ultime equazioni gli apici indicano derivate riguardo alla x .

Ritengasi per altro che nel più dei casi giova conservare la soluzione come è espressa dalle formole (9), (10), (11) : si fatta soluzione è la più generale, talchè è impossibile sianvi casi di moti lineari che in dette equazioni non restino compresi. Ritorrerò più tardi a ragionare intorno alle forze interne di tali sistemi e al modo di valutarle.

8. Passiamo ai sistemi superficiali. Sono di varie sorte in tal caso i trinomi nei quali si verifica la proprietà che, sostituiti per le x, y, z i valori (1) del Capo precedente, ritornano fatti colle p, q, r allo stesso modo, scomparsa ogni traccia dei dodici elementi f, g, h, α_1 , ec. Siccome pe' sistemi superficiali le x, y, z si considerano funzioni di due variabili semplici a, b relative allo

stato antecedente (n. 12 m. p.), di que' trinomj tre sono formati colle derivate di primo ordine, e sono:

$$(16) \quad \begin{aligned} & \left(\frac{dx}{da} \right)^2 + \left(\frac{dy}{da} \right)^2 + \left(\frac{dz}{da} \right)^2 \\ & \left(\frac{dx}{db} \right)^2 + \left(\frac{dy}{db} \right)^2 + \left(\frac{dz}{db} \right)^2 \\ & \frac{dx}{da} \frac{dx}{db} + \frac{dy}{da} \frac{dy}{db} + \frac{dz}{da} \frac{dz}{db}; \end{aligned}$$

in numero di sei constano di derivate di primo e secondo ordine, cioè

$$(17) \quad \begin{aligned} & \frac{dx}{da} \frac{d^2x}{da^2} + \frac{dy}{da} \frac{d^2y}{da^2} + \frac{dz}{da} \frac{d^2z}{da^2} \\ & \frac{dx}{da} \frac{d^2x}{da db} + \frac{dy}{da} \frac{d^2y}{da db} + \frac{dz}{da} \frac{d^2z}{da db} \\ & \frac{dx}{da} \frac{d^2x}{db^2} + \frac{dy}{da} \frac{d^2y}{db^2} + \frac{dz}{da} \frac{d^2z}{db^2} \\ & \frac{dx}{db} \frac{d^2x}{da^2} + \frac{dy}{db} \frac{d^2y}{da^2} + \frac{dz}{db} \frac{d^2z}{da^2} \\ & \frac{dx}{db} \frac{d^2x}{da db} + \frac{dy}{db} \frac{d^2y}{da db} + \frac{dz}{db} \frac{d^2z}{da db} \\ & \frac{dx}{db} \frac{d^2x}{db^2} + \frac{dy}{db} \frac{d^2y}{db^2} + \frac{dz}{db} \frac{d^2z}{db^2}; \end{aligned}$$

e ve ne hanno altri sei con sole derivate di secondo ordine

$$(18) \quad \begin{aligned} & \left(\frac{d^2x}{da^2} \right)^2 + \left(\frac{d^2y}{da^2} \right)^2 + \left(\frac{d^2z}{da^2} \right)^2 \\ & \left(\frac{d^2x}{db^2} \right)^2 + \left(\frac{d^2y}{db^2} \right)^2 + \left(\frac{d^2z}{db^2} \right)^2 \\ & \left(\frac{d^2x}{da db} \right)^2 + \left(\frac{d^2y}{da db} \right)^2 + \left(\frac{d^2z}{da db} \right)^2 \\ & \frac{d^2x}{da^2} \frac{d^2x}{db^2} + \frac{d^2y}{da^2} \frac{d^2y}{db^2} + \frac{d^2z}{da^2} \frac{d^2z}{db^2} \\ & \frac{d^2x}{da^2} \frac{d^2x}{da db} + \frac{d^2y}{da^2} \frac{d^2y}{da db} + \frac{d^2z}{da^2} \frac{d^2z}{da db} \\ & \frac{d^2x}{db^2} \frac{d^2x}{da db} + \frac{d^2y}{db^2} \frac{d^2y}{da db} + \frac{d^2z}{db^2} \frac{d^2z}{da db}. \end{aligned}$$

Poi seguono i trinomj con derivate di terz' ordine e di ordine piu' elevato, all' infinito.

Qui pure, come nel caso de' trinomj segnati (1) al principio di questo Capo, possono instituirsi infinite equazioni di cui spariscono i secondi membri quando si deriva nel senso indicato dalla caratteristica δ , cioè si opera relativamente ad elementi analitici dei quali que' secondi membri sono privi, quantunque possano essere altrimenti variabili. Quindi infinite equazioni variate come le (2), (3) da trattarsi col solo metodo dei moltiplicatori. Di queste infinite equazioni però, tranne sei, tutte le altre non sono che combinazioni di esse, e le sei sostanzialmente diverse sono quelle necessarie e bastanti a fornire per le variazioni δx , δy , δz , ovvero l , m , n i soliti valori (12) del Capo precedente. Esse ci vengono somministrate dai trinomj della precedente riunione (16), e dai primi tre della riunione (18): sono cioè le sei seguenti:

$$\begin{aligned}
 & \frac{dx}{da} \frac{dl}{da} + \frac{dy}{da} \frac{dm}{da} + \frac{dz}{da} \frac{dn}{da} = 0 \\
 & \frac{dx}{db} \frac{dl}{db} + \frac{dy}{db} \frac{dm}{db} + \frac{dz}{db} \frac{dn}{db} = 0 \\
 & \frac{dx}{da} \frac{dl}{db} + \frac{dy}{da} \frac{dm}{db} + \frac{dz}{da} \frac{dn}{db} \\
 (19) \quad & + \frac{dx}{db} \frac{dl}{da} + \frac{dy}{db} \frac{dm}{da} + \frac{dz}{db} \frac{dn}{da} = 0 \\
 & \frac{d^2x}{da^2} \frac{d^2l}{da^2} + \frac{d^2y}{da^2} \frac{d^2m}{da^2} + \frac{d^2z}{da^2} \frac{d^2n}{da^2} = 0 \\
 & \frac{d^2x}{db^2} \frac{d^2l}{db^2} + \frac{d^2y}{db^2} \frac{d^2m}{db^2} + \frac{d^2z}{db^2} \frac{d^2n}{db^2} = 0 \\
 & \frac{d^2x}{da db} \frac{d^2l}{da db} + \frac{d^2y}{da db} \frac{d^2m}{da db} + \frac{d^2z}{da db} \frac{d^2n}{da db} = 0 .
 \end{aligned}$$

Ciò si farà manifesto pel calcolo che ora intraprendiamo, al quale si esigono tutte le equazioni (19) nè più nè meno.

Qui delle sei quantità x , y , z , l , m , n intenderemo le ultime quattro funzioni di a , b in quanto prima lo sono delle x , y , e indicheremo con apici in alto le derivate per x , e con apici in basso quelle per y . Ponendo poi per brevità

$$\begin{aligned}
 (20) \quad & L = l' + n'z' \quad ; \quad M = m' + n_1z_1 \\
 & N = l_1 + m' + n_1z' + n'z_1 ;
 \end{aligned}$$

risovvenendoci che abbiamo

$$\frac{dz}{da} = z' \frac{dx}{da} + z_1 \frac{dy}{da} \quad ; \quad \frac{dz}{db} = z' \frac{dx}{db} + z_1 \frac{dy}{db}$$

ed espressioni simili per le derivate delle l, m, n : troveremo che le tre prime equazioni (19) diventano dopo le sostituzioni:

$$\begin{aligned} \left(\frac{dx}{da}\right)^2 L + \left(\frac{dy}{da}\right)^2 M + \frac{dx}{da} \frac{dy}{da} N &= 0 \\ \left(\frac{dx}{db}\right)^2 L + \left(\frac{dy}{db}\right)^2 M + \frac{dx}{db} \frac{dy}{db} N &= 0 \\ 2 \frac{dx}{da} \frac{dx}{db} L + 2 \frac{dy}{da} \frac{dy}{db} M + \left(\frac{dx}{da} \frac{dy}{db} + \frac{dy}{da} \frac{dx}{db}\right) N &= 0 . \end{aligned}$$

Di queste si moltiplichino la seconda per α^2 , e la terza per α , essendo α un'arbitraria, indi le tre equazioni si sommino; l'unica equazione risultante potrà scriversi

$$(21) \quad L \left(\frac{dx}{da} + \alpha \frac{dx}{db}\right)^2 + M \left(\frac{dy}{da} + \alpha \frac{dy}{db}\right)^2 + N \left(\frac{dx}{da} + \alpha \frac{dx}{db}\right) \left(\frac{dy}{da} + \alpha \frac{dy}{db}\right) = 0 .$$

Se ora disponiamo dell'arbitraria α per verificare l'equazione

$$\frac{dy}{da} + \alpha \frac{dy}{db} = 0 ,$$

la precedente si ridurrà alla

$$L \left(\frac{dx}{da} \frac{dy}{db} - \frac{dy}{da} \frac{dx}{db}\right)^2 = 0$$

dove il coefficiente di L non può essere zero, altrimenti verrebbe infinita la densità superficiale (equazioni (20), (22), n. 42 m. p.): dunque convien che sia $L = 0$. Per simil guisa, disponendo invece della α a fine di verificare l'equazione

$$\frac{dx}{da} + \alpha \frac{dx}{db} = 0 ,$$

si prova $M = 0$: e quando in vista di questi risultati si cancellino nella (24) i due primi termini, essa ci dà altresì $N = 0$, perchè non può essere zero il coefficiente ove la α conserva il suo valore indeterminato.

Cominciamo pertanto ad avere

$$(22) \quad L = 0 \quad ; \quad M = 0 \quad ; \quad N = 0$$

ossia, viste le denominazioni (20),

$$(23) \quad \begin{aligned} l' + n' z' &= 0 \quad ; \quad m_i + n_i z_i = 0 \\ l_i + m' + n' z_i + n_i z' &= 0 . \end{aligned}$$

Passiamo alla quarta delle (19), osservando essere

$$\frac{d^2 l}{da^2} = l'' \left(\frac{dx}{da} \right)^2 + 2l' \frac{dx}{da} \frac{dy}{da} + l''_y \left(\frac{dy}{da} \right)^2 + l' \frac{d^2 x}{da^2} + l'_y \frac{d^2 y}{da^2}$$

ed aversi espressioni affatto simili per $\frac{d^2 m}{da^2}$, $\frac{d^2 n}{da^2}$, $\frac{d^2 z}{da^2}$.

Fatte le sostituzioni ed eseguiti pazientemente i prodotti, si trova di poter mettere l'equazione risultante sotto la forma seguente

$$\begin{aligned} & \left(\frac{dx}{da} \right)^2 \frac{d^2 x}{da^2} L' + 2 \frac{dx}{da} \frac{dy}{da} \frac{d^2 x}{da^2} L'_y + \left(\frac{dy}{da} \right)^2 \frac{d^2 x}{da^2} (N'_y - M') \\ & + \left(\frac{dx}{da} \right)^2 \frac{d^2 y}{da^2} (N' + L'_y) + 2 \frac{dx}{da} \frac{dy}{da} \frac{d^2 y}{da^2} M' + \left(\frac{dy}{da} \right)^2 \frac{d^2 y}{da^2} M'_y \\ & + \left(\frac{d^2 x}{da^2} \right)^2 L + \left(\frac{d^2 y}{da^2} \right)^2 M + \frac{d^2 x}{da^2} \frac{d^2 y}{da^2} N \\ & + \left(\frac{dx}{da} \right)^4 z'' n'' + 2 \left(\frac{dx}{da} \right)^3 \frac{dy}{da} (z'' n'_y + z'_y n'') \\ & + \left(\frac{dx}{da} \right)^2 \left(\frac{dy}{da} \right)^2 (z'' n'' + 4 z'_y n'_y + z''_y n'') \\ & + 2 \frac{dx}{da} \left(\frac{dy}{da} \right)^3 (z'_y n'' + z''_y n'_y) + \left(\frac{dy}{da} \right)^4 z''_y n'' = 0. \end{aligned}$$

I primi nove termini di questa espressione vanno via da sè in conseguenza delle equazioni (22) sopra dimostrate: gli altri possono ridursi al prodotto di due trinomi come segue

$$(24) \quad \left\{ n'' \left(\frac{dx}{da} \right)^2 + 2 n'_y \frac{dx}{da} \frac{dy}{da} + n''_y \left(\frac{dy}{da} \right)^2 \right\} \times \\ \left\{ z'' \left(\frac{dx}{da} \right)^2 + 2 z'_y \frac{dx}{da} \frac{dy}{da} + z''_y \left(\frac{dy}{da} \right)^2 \right\} = 0.$$

Senza ripetere il calcolo non ci può essere difficoltà a capire che la quinta delle (19) ci conduce a trovare l'equazione analoga

$$(25) \quad \left\{ n'' \left(\frac{dx}{db} \right)^2 + 2 n'_y \frac{dx}{db} \frac{dy}{db} + n''_y \left(\frac{dy}{db} \right)^2 \right\} \times \\ \left\{ z'' \left(\frac{dx}{db} \right)^2 + 2 z'_y \frac{dx}{db} \frac{dy}{db} + z''_y \left(\frac{dy}{db} \right)^2 \right\} = 0$$

giacchè tutto deve procedere egualmente, colla sola differenza di avere le derivazioni per b invece che per a .

Volendo ora riconoscere che cosa ci dia la sesta delle equazioni (19), osserveremo essere

$$\frac{d^2 l}{da db} = l'' \frac{dx}{da} \frac{dx}{db} + l'_y \left(\frac{dx}{da} \frac{dy}{db} + \frac{dy}{da} \frac{dx}{db} \right) + l''_{yy} \frac{dy}{da} \frac{dy}{db} + l' \frac{d^2 x}{da db} + l'_y \frac{d^2 y}{da db}$$

ed aversi espressioni del tutto simili per $\frac{d^2 m}{da db}$, $\frac{d^2 n}{da db}$, $\frac{d^2 z}{da db}$. Effettuate le sostituzioni si trova che quella equazione sesta riducesi ad una forma dove primieramente si notano i nove termini

$$\begin{aligned} & \frac{d^2 x}{da db} \left\{ \frac{dx}{da} \frac{dx}{db} L' + \left(\frac{dx}{da} \frac{dy}{db} + \frac{dy}{da} \frac{dx}{db} \right) L_1 + \frac{dy}{da} \frac{dy}{db} (N_1 - M') \right\} \\ + & \frac{d^2 y}{da db} \left\{ \frac{dx}{da} \frac{dx}{db} (N' + L_1) + \left(\frac{dx}{da} \frac{dy}{db} + \frac{dy}{da} \frac{dy}{db} \right) M' + \frac{dy}{da} \frac{dy}{db} M_1 \right\} \\ & + \left(\frac{d^2 x}{da db} \right)^2 L + \frac{d^2 x}{da db} \frac{d^2 y}{da db} N + \left(\frac{d^2 y}{da db} \right)^2 M \end{aligned}$$

i quali spariscono tutti in virtù delle equazioni 22: a ciò che resta può darsi l'espressione

$$(26) \quad \begin{aligned} & \left\{ n'' \frac{dx}{da} \frac{dx}{db} + n'_1 \left(\frac{dx}{da} \frac{dy}{db} + \frac{dx}{db} \frac{dy}{da} \right) + n_{11} \frac{dy}{da} \frac{dy}{db} \right\} \times \\ & \left\{ z'' \frac{dx}{da} \frac{dx}{db} + z'_1 \left(\frac{dx}{da} \frac{dy}{db} + \frac{dx}{db} \frac{dy}{da} \right) + z_{11} \frac{dy}{da} \frac{dy}{db} \right\} = 0 . \end{aligned}$$

Le equazioni (24), (25), (26) non possono verificarsi in generale col rendere nulli i secondi fattori dei loro primi membri, perchè istituendo anche una sola di tali equazioni si porrebbero nuovi vincoli fra le x, y, z , siccome vedemmo nel caso simile dell'equazione (7); si verificheranno quindi per l'annullarsi dei primi fattori, e così avremo le tre

$$\begin{aligned} n'' \left(\frac{dx}{da} \right)^2 + 2n'_1 \frac{dx}{da} \frac{dy}{da} + n_{11} \left(\frac{dy}{da} \right)^2 &= 0 \\ n'' \left(\frac{dx}{db} \right)^2 + 2n'_1 \frac{dx}{db} \frac{dy}{db} + n_{11} \left(\frac{dy}{db} \right)^2 &= 0 \\ n'' \frac{dx}{da} \frac{dx}{db} + n'_1 \left(\frac{dx}{da} \frac{dy}{db} + \frac{dy}{da} \frac{dx}{db} \right) + n_{11} \frac{dy}{da} \frac{dy}{db} &= 0 . \end{aligned}$$

Di queste si moltiplichino la seconda per α^2 e la terza per 2α , essendo α una arbitraria, poi si sommino: l'equazione risultante potrà scriversi

$$\begin{aligned} n'' \left(\frac{dx}{da} + \alpha \frac{dx}{db} \right)^2 + n_{11} \left(\frac{dy}{da} + \alpha \frac{dy}{db} \right)^2 \\ + 2n'_1 \left(\frac{dx}{da} + \alpha \frac{dx}{db} \right) \left(\frac{dy}{da} + \alpha \frac{dy}{db} \right) &= 0 , \end{aligned}$$

dalla quale, con un ragionamento che è precisamente il medesimo istituito sulla (21), dedurremo le tre

$$(27) \quad n'' = 0 \quad ; \quad n_{11} = 0 \quad ; \quad n'_1 = 0 .$$

Queste sono integrabili a colpo d'occhio; le due prime ci dicono che la n non può contenere se non linearmente le x, y : ma fa bisogno anche della terza per mostrare l'assenza del termine che contenesse il prodotto xy : col concorso di tutte e tre otteniamo

$$(28) \quad n = w_3 + s_1 y - s_2 x$$

essendo $w_3, s_1, -s_2$ tre costanti arbitrarie relativamente alle variabili x, y . L'essere necessarie a questa determinazione tutte tre le equazioni (27) prova che era necessario assumere le tre ultime equazioni (19), senza di che quelle (27) non sarebbero risultate.

La sostituzione dei valori $n' = -s_2, n_r = s_1$ nelle equazioni (23) le riduce

$$l' - s_2 z' = 0 \quad ; \quad m_r + s_1 z_r = 0 \\ l_r + m' - s_2 z_r + s_1 z' = 0 .$$

L'integrazione delle prime due ci porge

$$(29) \quad l = s_2 z + \varphi(y) \quad ; \quad m = -s_1 z + \psi(x) ,$$

$\varphi(y), \psi(x)$ sono funzioni arbitrarie l'una di y , l'altra di x : ma la sostituzione dei valori risultanti da queste medesime (29)

$$l_r = s_2 z_r + \varphi'(y) \quad ; \quad m' = -s_1 z' + \psi'(x)$$

nella terza: la riduce

$$\varphi'(y) + \psi'(x) = 0 .$$

Or questa ci dice che $\varphi(y)$ contiene linearmente la y , e così $\psi(x)$ la x , ossia hanno valori della forma

$$\varphi(y) = Ay + \omega_1 \quad ; \quad \psi(x) = Bx + \omega_2$$

essendo A, B, ω_2, ω_1 quattro costanti. Ci dice di più che se fatti valori sostituiti in essa, palesano sussistere fra le A, B l'equazione

$$A + B = 0 ,$$

talchè fatta $B = s_3$ deve essere $A = -s_3$. Esegnite le sostituzioni nelle equazioni (29), vediamo con esse e colla (28) riprodotti per l, m, n i soliti valori (12) del Capo precedente.

Viene così provato che le sei equazioni variate (19) sono le necessarie e sufficienti per abbracciare in tutta la sua ampiezza il problema del moto e

dell'equilibrio de' sistemi superficiali; il che riceverà una lucida riconferma più tardi quando proveremo che tutti i trinomi (17), (18) e seguenti all'infinito possono aversi espressi pei sei che ci guidarono alle equazioni (19).

9. È ora manifesto che l'equazione meccanica generalissima pei sistemi superficiali (la (35), n. 83 m. p.), usato il solito metodo dei moltiplicatori per mettere a calcolo le variate (19) nelle equazioni di condizione, sarà

$$\begin{aligned}
 & \int da \int db \cdot \left\{ \left(X - \frac{d^2x}{dt^2} \right) \delta x + \left(Y - \frac{d^2y}{dt^2} \right) \delta y + \left(Z - \frac{d^2z}{dt^2} \right) \delta z \right\} \\
 + & \int da \int db \cdot \left\{ \begin{aligned} & \lambda \left(\frac{dx}{da} \frac{d\delta x}{da} + \frac{dy}{da} \frac{d\delta y}{da} + \frac{dz}{da} \frac{d\delta z}{da} \right) \\ & + \mu \left(\frac{dx}{db} \frac{d\delta x}{db} + \frac{dy}{db} \frac{d\delta y}{db} + \frac{dz}{db} \frac{d\delta z}{db} \right) \\ & + \nu \left(\begin{aligned} & \frac{dx}{db} \frac{d\delta x}{da} + \frac{dy}{db} \frac{d\delta y}{da} + \frac{dz}{db} \frac{d\delta z}{da} \\ & + \frac{dx}{da} \frac{d\delta x}{db} + \frac{dy}{da} \frac{d\delta y}{db} + \frac{dz}{da} \frac{d\delta z}{db} \end{aligned} \right) \\ & + \rho \left(\frac{d^2x}{da^2} \frac{d^2\delta x}{da^2} + \frac{d^2y}{da^2} \frac{d^2\delta y}{da^2} + \frac{d^2z}{da^2} \frac{d^2\delta z}{da^2} \right) \\ & + \theta \left(\frac{d^2x}{db^2} \frac{d^2\delta x}{db^2} + \frac{d^2y}{db^2} \frac{d^2\delta y}{db^2} + \frac{d^2z}{db^2} \frac{d^2\delta z}{db^2} \right) \\ & + \tau \left(\frac{d^2x}{da db} \frac{d^2\delta x}{da db} + \frac{d^2y}{da db} \frac{d^2\delta y}{da db} + \frac{d^2z}{da db} \frac{d^2\delta z}{da db} \right) + \Omega = 0 \end{aligned} \right.
 \end{aligned}
 \tag{30}$$

dove in Ω s'intendono espressi i termini introdotti da forze applicate a linee o a punti determinati.

Facciansi le debite trasformazioni per ridurre la quantità sotto il secondo segno integrale alla forma

$$\tag{31} \quad \text{(I)} \delta x + \text{(II)} \delta y + \text{(III)} \delta z + \frac{d\Delta}{da} + \frac{d\Theta}{db} ;$$

troveremo, seguendo un andamento del quale darò qui sotto un cenno, che poste per comodo

$$\begin{aligned}
 L_1 &= \lambda \frac{dx}{da} + \nu \frac{dx}{db} - \frac{d \cdot \rho \frac{d^2x}{da^2}}{da} - \frac{1}{2} \cdot \frac{d \cdot \tau \frac{d^2x}{da db}}{db} \\
 M_1 &= \nu \frac{dx}{da} + \mu \frac{dx}{db} - \frac{d \cdot \theta \frac{d^2x}{db^2}}{db} - \frac{1}{2} \cdot \frac{d \cdot \tau \frac{d^2x}{da db}}{da} \\
 L_2 &= \lambda \frac{dy}{da} + \nu \frac{dy}{db} - \frac{d \cdot \rho \frac{d^2y}{da^2}}{da} - \frac{1}{2} \cdot \frac{d \cdot \tau \frac{d^2y}{da db}}{db} \\
 M_2 &= \nu \frac{dy}{da} + \mu \frac{dy}{db} - \frac{d \cdot \theta \frac{d^2y}{db^2}}{db} - \frac{1}{2} \cdot \frac{d \cdot \tau \frac{d^2y}{da db}}{da}
 \end{aligned}
 \tag{32}$$

$$L_3 = \lambda \frac{dz}{da} + \nu \frac{dz}{db} - \frac{d \cdot \rho \frac{d^2 z}{da^2}}{da} - \frac{1}{2} \cdot \frac{d \cdot \tau \frac{d^2 z}{da db}}{db}$$

$$M_3 = \nu \frac{dz}{da} + \mu \frac{dz}{db} - \frac{d \cdot \theta \frac{d^2 z}{db^2}}{db} - \frac{1}{2} \cdot \frac{d \cdot \tau \frac{d^2 z}{da db}}{da}$$

vengono

$$(I) = -\frac{dL_1}{da} - \frac{dM_1}{db}$$

$$(33) \quad (II) = -\frac{dL_2}{da} - \frac{dM_2}{db}$$

$$(III) = -\frac{dL_3}{da} - \frac{dM_3}{db}$$

$$(34) \quad \Delta = L_1 \delta x + L_2 \delta y + L_3 \delta z$$

$$+ \rho \left(\frac{d^2 x}{da^2} \frac{d \delta x}{da} + \frac{d^2 y}{da^2} \frac{d \delta y}{da} + \frac{d^2 z}{da^2} \frac{d \delta z}{da} \right)$$

$$+ \frac{1}{2} \tau \left(\frac{d^2 x}{da db} \frac{d \delta x}{db} + \frac{d^2 y}{da db} \frac{d \delta y}{db} + \frac{d^2 z}{da db} \frac{d \delta z}{db} \right)$$

$$(35) \quad \Theta = M_1 \delta x + M_2 \delta y + M_3 \delta z$$

$$+ \theta \left(\frac{d^2 x}{db^2} \frac{d \delta x}{db} + \frac{d^2 y}{db^2} \frac{d \delta y}{db} + \frac{d^2 z}{db^2} \frac{d \delta z}{db} \right)$$

$$+ \frac{1}{2} \tau \left(\frac{d^2 x}{da db} \frac{d \delta x}{da} + \frac{d^2 y}{da db} \frac{d \delta y}{da} + \frac{d^2 z}{da db} \frac{d \delta z}{da} \right).$$

Ecco il cenno che basta per poter tener dietro alle trasformazioni: esso è limitato alla trasformazione dei termini che contengono la x , ma si estende subito alla trasformazione degli altri termini cambiando la lettera x nella y o nella z . Tutto si riduce a riconoscere vere (il che è facilissimo *a posteriori*) le seguenti sei identità che per minor complicazione ho scritte indicando qui cogli apici in alto le derivate per a e con apici in basso quelle per b :

$$\lambda x' \delta x' = -(\lambda x')' \delta x + (\lambda x' \delta x)'$$

$$\mu x, \delta x, = -(\mu x,) \delta x + (\mu x, \delta x),$$

$$(36) \quad \nu x, \delta x' + \nu x' \delta x, = -[(\nu x,) + (\nu x'),] \delta x + (\nu x, \delta x)' + (\nu x' \delta x),$$

$$\rho x'' \delta x'' = (\rho x'')'' \delta x - [(\rho x'')' \delta x - \rho x'' \delta x']'$$

$$\theta x,, \delta x,, = (\theta x,,,) \delta x - [(\theta x,,) \delta x - \theta x,, \delta x,],$$

$$\tau x' \delta x' = (\tau x')' \delta x - \left[\frac{1}{2} (\tau x')' \delta x - \frac{1}{2} \tau x' \delta x, \right]' - \left[\frac{1}{2} (\tau x')' \delta x - \frac{1}{2} \tau x' \delta x' \right],$$

Sostituita nella equazione (30) l'espressione (31) e compenetrati i due integrali duplicati, sappiamo pel noto principio, e per le (33), che ne risultano le quattro

$$(37) \quad \begin{aligned} X - \frac{d^2 x}{dt^2} &= \frac{dL_1}{da} + \frac{dM_1}{db} \\ Y - \frac{d^2 y}{dt^2} &= \frac{dL_2}{da} + \frac{dM_2}{db} \\ Z - \frac{d^2 z}{dt^2} &= \frac{dL_3}{da} + \frac{dM_3}{db} \end{aligned}$$

$$(38) \quad \int da \cdot (\Theta_2 - \Theta_1) + \int db \cdot (\Delta_2 - \Delta_1) + \Omega = 0$$

indicando Θ_2, Θ_1 i valori che riceve la Θ ai due limiti della integrazione per b , e Δ_2, Δ_1 i valori che riceve la Δ ai due limiti dell'integrazione per a .

10. Nelle tre equazioni (37) le derivate per a, b possono trasformarsi in derivate per x, y mediante la formola generale

$$(39) \quad \frac{dL}{da} + \frac{dM}{db} = \frac{1}{\omega} \cdot \frac{d \cdot \omega (Lx' + Mx_t)}{dx} + \frac{1}{\omega} \cdot \frac{d \cdot \omega (Ly' + My_t)}{dy}$$

dove
$$\omega = \frac{1}{x'y_t - y'x_t}$$

e x', x_t, y', y_t stanno per le $\frac{dx}{da}, \frac{dx}{db}, \frac{dy}{da}, \frac{dy}{db}$.

Non ripeto la dimostrazione del principio analitico contenuto nella precedente (39) perchè è quella stessa che leggesi al n. 84 m. p., e che potrebbe essere qui letteralmente inserita cambiando le lettere p, q nelle a, b . Osserveremo che per le formole (20), (22), n. 12 m. p., la ω , di cui qui sopra notammo un valore, riceve quest'altra espressione

$$(40) \quad \omega = \Gamma R$$

significando Γ la densità superficiale nel punto (x, y, z) e stando la R in luogo di ben noto radicale, cioè essendo

$$R = \sqrt{1 + \left(\frac{dz}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dy}\right)^2}.$$

Dirò però in questo luogo, conformemente a ciò che si è potuto notare nel passo analogo del n. 7, che la trasformazione operata dal principio analitico (39) viene utile nel caso più ristretto in cui diventassero nulle le tre forze φ, θ, τ tendenti a far cambiare i valori dei trinomy colle derivate di second'ordine. Allora

infatti le (32) si riducono

$$(41) \quad \begin{aligned} L_1 &= \lambda x' + \nu x, & M_1 &= \nu x' + \mu x, \\ L_2 &= \lambda y' + \nu y, & M_2 &= \nu y' + \mu y, \\ L_3 &= \lambda z' + \nu z, & M_3 &= \nu z' + \mu z, \end{aligned}$$

e queste ultime due, a motivo dei noti valori di z', z , in x', y', x, y , diventano

$$(42) \quad L_3 = \frac{dz}{dx} L_1 + \frac{dz}{dy} L_2 ; \quad M_3 = \frac{dz}{dx} M_1 + \frac{dz}{dy} M_2 .$$

Poniamo per abbreviare

$$(43) \quad \begin{aligned} A &= \omega(L_1 x' + M_1 x) ; & B &= \omega(L_2 y' + M_2 y), \\ C &= \omega(L_1 y' + M_1 y) = \omega(L_2 x' + M_2 x) ; \end{aligned}$$

ho dato a quest'ultima C due valori perchè realmente, sostituiti i valori (41), si trovano eguali. Notiamo di più che i due binomj

$$\omega(L_3 x' + M_3 x) ; \quad \omega(L_3 y' + M_3 y)$$

per effetto delle (42) e delle precedenti denominazioni ricevono rispettivamente i valori

$$\frac{dz}{dx} A + \frac{dz}{dy} C ; \quad \frac{dz}{dx} C + \frac{dz}{dy} B ;$$

e l'applicazione successiva del principio (39) alle tre equazioni (37) ei porgerà senza difficoltà (ricordata la (40)) le tre

$$(44) \quad \begin{aligned} \Gamma R \left(X - \frac{d^2 x}{dt^2} \right) &= \frac{dA}{dx} + \frac{dC}{dy} \\ \Gamma R \left(Y - \frac{d^2 y}{dt^2} \right) &= \frac{dC}{dx} + \frac{dB}{dy} \\ \Gamma R \left(Z - \frac{d^2 z}{dt^2} \right) &= \frac{d \cdot \left(A \frac{dz}{dx} + C \frac{dz}{dy} \right)}{dx} + \frac{d \cdot \left(C \frac{dz}{dx} + B \frac{dz}{dy} \right)}{dy} ; \end{aligned}$$

sono queste le stesse (53) del n. 85 m. p.

Volendo inoltre conoscere, per questo caso più ristretto di tre sole forze interne invece di sei, le equazioni che si verificano soltanto ai limiti, si deve, in riscontro del già detto pe' sistemi a tre dimensioni al n. 51 m. p., incominciare dal trasformare in derivate per x, y il binomio $\frac{dA}{dx} + \frac{dC}{dy}$ che forma

l'ultima parte dell'espressione (31). Esso, applicata la regola fornitaci dall'equazione (39), primieramente diventa

$$\frac{1}{\omega} \cdot \frac{d \cdot \omega (\Delta x' + \Theta x_t)}{dx} + \frac{1}{\omega} \cdot \frac{d \cdot \omega (\Delta y' + \Theta y_t)}{dy}$$

ossia, se si mettono per Δ, Θ i valori (34), (35) resi più semplici dall'annullamento delle parti contenenti le ρ, θ, τ ;

$$\frac{1}{\omega} \cdot \frac{d \cdot \{\omega (L_1 x' + M_1 x_t) \delta x + \omega (L_2 x' + M_2 x_t) \delta y + \omega (L_3 x' + M_3 x_t) \delta z\}}{dx} \\ + \frac{1}{\omega} \cdot \frac{d \cdot \{\omega (L_1 y' + M_1 y_t) \delta x + \omega (L_2 y' + M_2 y_t) \delta y + \omega (L_3 y' + M_3 y_t) \delta z\}}{dy}$$

viste poi le denominazioni (43) e ciò che ivi dopo si disse dei due binomj simili, l'espressione risulta

$$(45) \quad \frac{1}{\omega} \cdot \frac{d \cdot \{A \delta x + C \delta y + (A \frac{dz}{dx} + C \frac{dz}{dy}) \delta z\}}{dx} \\ + \frac{1}{\omega} \cdot \frac{d \cdot \{C \delta x + B \delta y + (C \frac{dz}{dx} + B \frac{dz}{dy}) \delta z\}}{dy} .$$

Questa è la quantità che nella (30) viene sottoposta ad un integrale duplicato relativo alle a, b , integrale che si cambia subito in un altro relativo alle x, y , perchè il fattore $\frac{1}{\omega}$ (giusta il primo valore di ω più sopra scritto) è $\frac{dx}{da} \frac{dy}{db} - \frac{dy}{da} \frac{dx}{db}$, cioè, secondo il noto teorema, quale si esige che sia per l'indicata trasformazione dell'integrale. Così il binomio (45) dà sotto un integrale duplicato per x, y la somma di due derivate esatte, l'una per x , l'altra per y , di modo che una delle integrazioni si fa, e si ha la quantità

$$(46) \quad \int dy \cdot \{A \delta x + C \delta y + (A \frac{dz}{dx} + C \frac{dz}{dy}) \delta z\} \\ + \int dx \cdot \{C \delta x + B \delta y + (C \frac{dz}{dx} + B \frac{dz}{dy}) \delta z\} ;$$

intendendo che nel primo di questi integrali x diventi la funzione di y data dall'equazione che insieme colla equazione $z = z(x, y)$ della superficie, determina la linea di contorno: e nel secondo sia invece y la funzione di x cavata dalle stesse equazioni. Veramente dovrebbero essere due i limiti per la x funzione di y , e due quelli per la y funzione della x , ma può bastare la considerazione di uno, giusta quanto si è asserito in un caso analogo al n. 51 m. p.

I due integrali della quantità (46) possono ridursi ad un solo relativo alla variabile x , scrivendo nel primo $\int dx \cdot \frac{dy}{dx}$ invece di $\int dy$: ma bisogna avvertire che facendo una tal riduzione il segno va cambiato. La ragione si è che nell'integrale per y i due limiti sono, per primo il suo minimo valore dato dalla equazione del contorno, e per secondo il massimo: e così dei valori di x nel rispettivo integrale. Ma d'ordinario il valor massimo della y corrisponde al minimo della x e viceversa, cosicchè per fare andar d'accordo i limiti quando entrambi gli integrali sono per x , conviene in quel primo rovesciare i limiti, il che si sa importare un cambiamento di segno. Pertanto la quantità (46) può anche scriversi

$$\int dx \cdot \left\{ \left(C - A \frac{dy}{dx} \right) \delta x + \left(B - C \frac{dy}{dx} \right) \delta y \right. \\ \left. + \left[\left(C - A \frac{dy}{dx} \right) \frac{dz}{dx} + \left(B - C \frac{dy}{dx} \right) \frac{dz}{dy} \right] \delta z \right\};$$

e a questa si deve aggiungere l'integrale

$$\int dx \cdot (\Gamma) V \{ (\lambda) \delta x + (\mu) \delta y + (\nu) \delta z \}$$

che poteva intendersi compreso nella Ω dell'equazione (30): significando (Γ) la densità lineare nel punto (x, y, z) della curva di contorno, V il radicale $\sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dx}\right)^2}$, e (λ) , (μ) , (ν) le tre componenti rettangolari di una pressione propria del detto punto (x, y, z) e variabile di punto in punto in quella curva. Tutto il qui detto da ultimo, si rileva dai nn. 26, 27 m. p., e dalla equazione $(\Gamma) V \frac{dx}{da} = 1$ (la (14) n. 11 m. p.) adoperata all'oggetto di cambiare l'integrale preso per la a in altro preso per la x .

Riunendo i due integrali ultimamente scritti, si sa che debbono annullarsi sotto il segno unico i coefficienti totali delle δx , δy , δz ; e così abbiamo le tre equazioni

$$(47) \quad \begin{aligned} (\lambda) (\Gamma) V + C - A \frac{dy}{dx} &= 0 \\ (\mu) (\Gamma) V + B - C \frac{dy}{dx} &= 0 \\ (\nu) (\Gamma) V + \left(C - A \frac{dy}{dx} \right) \frac{dz}{dx} + \left(B - C \frac{dy}{dx} \right) \frac{dz}{dy} &= 0 . \end{aligned}$$

Qui, per iscansare un facile equivoco, è bene osservare che la $\frac{dz}{dx}$ nel radicale Γ è una derivata totale per x , cioè il binomio $\frac{dz}{dx} + \frac{dz}{dy} \frac{dy}{dx}$, quando $\frac{dz}{dx}$, $\frac{dz}{dy}$ esprimono le derivate parziali della $z(x, y)$, senza badare che y diventi poi

funzione di x . Queste (47) sussistono simultaneamente colle (44): ma le (44) si estendono a tutti i punti del sistema anche per l'interno, mentre le (47) riguardano i soli punti della curva di contorno.

Quantunque l'analisi riferita in questo numero possa avere varie applicazioni, ricordiamoci che è ristretta al caso di tre sole forze interne invece di sei; cosicchè l'analisi veramente generale è quella che risulta dal complesso delle formole del numero precedente, ed è provato impossibile che ne esista un'altra dotata di maggiore generalità.

41. Giunto a questo punto parmi di aver già supplito alle due mancanze che nel preambolo della Memoria ho detto rimanere a togliere per poter abbracciare con sicurezza l'uso del principio lagrangiano. Circa la questione: *quali* sono le funzioni fatte variare dalle forze interne che si debbono adoperare a preferenza di altre, ho dimostrato che sono que' trinomj alle derivate, moltissimi di numero, i quali quando si sostituiscono alle x, y, z i valori (1) del Capo I ricompaiono fatti colle nuove variabili p, q, r alla stessa maniera, sparita ogni traccia delle dodici quantità f, g, h, α_1 , ec. : e godono anche di quest'altra proprietà conseguenza della prima, che prendendone le variate, e sostituendovi alle $\partial x, \partial y, \partial z$ i valori (12) Capo I, si riducono identicamente a zero. Relativamente all'altra questione: *quante* poi debbono essere tali funzioni, cioè quanti di que' trinomj si hanno a prendere affinechè l'effetto delle forze interne abbia ad essere espresso senza ripetizioni e totalmente: ho risposto *tanti* quanti ce ne vogliono per risalire dalle variate di que' trinomj poste eguali a zero, al ritrovamento dei valori (12) Capo I per le variazioni $\partial x, \partial y, \partial z$: e vedemmo che sono tre pei sistemi lineari, sei pei superficiali, e sei per quelli a tre dimensioni. Circa poi al dare una persuadente dimostrazione del principio, credo d'esservi riuscito facendo vedere che tali trinomj costituiscono i primi membri di equazioni di condizione delle quali i secondi vanno via nell'operazione indicata dalla caratteristica ∂ , perchè quantunque possano essere variabili, sono costanti in relazione colle quantità al variar delle quali è dovuta la formazione delle tre variazioni $\partial x, \partial y, \partial z$. Non mi è ignoto che Lagrange ed altri autori presero per funzioni che le forze interne tendono a far variare altre espressioni più complicate dei trinomj surriferiti: ma che nella sostanza io non dissenta da loro, e con maggiore semplicità raggiunga le stesse conseguenze, è questo un argomento che verrà ben chiarito nel Capo V.

Prevedo un'objezione. Risulta dalla nostra analisi che eziandio per corpi qualunque possiamo supporre che le variazioni abbiano i valori (12) n. 3: ora Lagrange ed altri dissero tali valori appartenere soltanto ai corpi solidi, alle superficie o linee rigide: come dunque si assumono generali? Rispondo: io non dissi mai che gli aumenti delle coordinate nei sistemi fluidi o mutabili intimamente

in qualsivoglia modo debbano sempre ricevere, anche in conseguenza di un moto intestino, valori della forma dei (12) succitati, come avviene nel moto vero de' sistemi rigidi; dissi che tale è la forma che ricevono in conseguenza di quel moto degli assi che dà origine alle variazioni, come sopra si è più volte spiegato. È qui essenziale una distinzione: altro è il moto vero prodotto dall'insieme delle forze sulle molecole del sistema, altro il moto fittizio degli assi: entrambi producono aumenti alle coordinate x, y, z del punto generico, ma appunto perchè i moti sono diversi, questi aumenti possono comprendersi gli uni gli altri, e possono escludersi: quando si comprendono, le variazioni $\delta x, \delta y, \delta z$ possono mutarsi nelle tre velocità u, v, w secondo i tre assi, in altri casi ciò non è più permesso. Pongasi attenzione al modo con cui abbiamo detto generarsi le equazioni variate (13) n. 4, (2) n. 6, (19) n. 8, e si capirà facilmente che tali equazioni non sussistono più per aumenti presi dalle x, y, z al mutare del tempo, se il sistema è variabile, per esempio, fluido. Infatti i secondi membri fatti colle p, q, r , come i primi colle x, y, z , mutano anch'essi al mutare del tempo, e non svaniscono, mentre svanivano operando secondo la caratteristica δ . Svaniscono que'secondi membri anche al mutare delle x, y, z secondo il tempo, quando i sistemi sono rigidi, ed ecco il perchè in tal caso il moto fittizio comprende il vero, ossia le variazioni comprendono le velocità. Generalmente parlando, ciò non succede: gli aumenti delle coordinate x, y, z , al crescere del tempo, non sono vincolati da equazioni alle derivate simili di forma alle equazioni variate sopradette, quindi nessuna meraviglia se i valori loro non sono compresi nella forma dei (12) n. 3. Del resto è già noto ai geometri e ammesso da molto tempo (vedi M. A., t. I, pag. 289) che quando le equazioni di condizione contengono il tempo esplicito, non è più lecito sostituire le velocità alle variazioni. Ecco quanto era bastate a scaltroirci che i valori delle variazioni $\delta x, \delta y, \delta z$ non sono poi così generali da poter sempre abbracciare anche gli aumenti delle coordinate prodotti dai moti veri. Ora io non faccio che porre questa verità in maggior luce e mostrare ch'essa ha una maggiore estensione. L'attribuire troppa generalità ai valori delle variazioni $\delta x, \delta y, \delta z$ è un errore al quale veniamo facilmente indotti rammentando le altre applicazioni del calcolo delle variazioni diverse dalle meccaniche: che qui invece siano que' valori ridotti più ristretti che non quelli delle derivate riguardo al tempo, non fa più urto quando si rifletta come pei primi si mettano delle equazioni di condizione le quali più non stanno pei secondi. E che si debbano mettere per le variazioni le anzidette equazioni di condizione che le costringono a prendere in tutti i casi i valori (12) n. 3, è verità la quale parmi ben rassodata dalle considerazioni fatte nei Capi IV e VII m. p., e riconfermata dalle teoriche esposte nei Capi VI m. p. e III dell'attuale: il che per quest'ultima parte passiamo a vedere.

CAPO III.

Riconferma delle equazioni generalissime pei sistemi lineari e superficiali ottenute nel Capo precedente.

12. Giusta l'esposto al n. 6 cercherò ora le equazioni generali del moto dei sistemi lineari e superficiali mettendo a calcolo le azioni molecolari mediante la seconda parte dell'equazione generale della Meccanica che si riferisce alle forze interne attive (n. 16 m. p.), precisamente come ho fatto nel Capo VI di detta Memoria relativamente ad un sistema dotato delle tre dimensioni. È qui supponendo che il lettore abbia percorso quel Capo VI, credo potermi dispensare dal ripetere pei sistemi lineari e superficiali i ragionamenti analoghi fino all'impianto dell'equazione generale (12), n. 72 m. p., giacchè subito si presentano le modificazioni che riducono la cosa da maggiore a minore complicazione. Così (richiamate anche le teoriche del Capo II, § 1, 2 m. p.) si capirà che l'aggregato di tutti i termini somministrati da dette forze interne, invece di essere significato come là (espressione (9), n. 71 m. p.) per mezzo di una sommatoria sestupla, lo sarà pei sistemi lineari mediante la doppia

$$\Sigma \Delta a \Sigma \Delta f \cdot \frac{1}{2} m_i m_j K \delta \varphi ,$$

e pei sistemi superficiali mediante la quadrupla

$$\Sigma \Delta a \Sigma \Delta b \Sigma \Delta f \Sigma \Delta g \cdot \frac{1}{2} m_i m_j K \delta \varphi .$$

Passando poi alle espressioni cogli integrali continui, avremo invece della equazione (12), n. 72 m. p., e relativa (8): pei sistemi lineari

$$(1) \int da \cdot \left\{ \left(X - \frac{d^2x}{dt^2} \right) \delta x + \left(Y - \frac{d^2y}{dt^2} \right) \delta y + \left(Z - \frac{d^2z}{dt^2} \right) \delta z + \int df \cdot \Lambda \delta \varphi^2 \right\} + \Omega = 0$$

essendo

$$(2) \varphi^2 = [x(a+f) - x(a)]^2 + [y(a+f) - y(a)]^2 + [z(a+f) - z(a)]^2 :$$

e pei sistemi superficiali

$$(3) \int da \int db \cdot \left\{ \left(X - \frac{d^2x}{dt^2} \right) dx + \left(Y - \frac{d^2y}{dt^2} \right) dy + \left(Z - \frac{d^2z}{dt^2} \right) dz + \int df \int dg \cdot \Lambda \delta \varphi^2 \right\} + \Omega = 0$$

essendo

$$(4) \quad \rho^2 = [x(a+f, b+g) - x(a, b)]^2 + [y(a+f, b+g) - y(a, b)]^2 \\ + [z(a+f, b+g) - z(a, b)]^2 .$$

13. Cominciamo dai sistemi lineari.

L'equazione (2), svolgendo in serie sotto le parentesi, si presenta

$$\rho^2 = \left(fx' + \frac{f^2}{2} x'' + \frac{f^3}{2 \cdot 3} x''' + \frac{f^4}{2 \cdot 3 \cdot 4} x^{iv} + \text{cc.} \right)^2 \\ + \left(fy' + \frac{f^2}{2} y'' + \frac{f^3}{2 \cdot 3} y''' + \frac{f^4}{2 \cdot 3 \cdot 4} y^{iv} + \text{cc.} \right)^2 \\ + \left(fz' + \frac{f^2}{2} z'' + \frac{f^3}{2 \cdot 3} z''' + \frac{f^4}{2 \cdot 3 \cdot 4} z^{iv} + \text{cc.} \right)^2$$

dove ho messo gli apici ad esprimere le derivate relativamente alla a . Svolgendo anche i quadrati, avremo:

$$(5) \quad \rho^2 = f^2 \alpha + \frac{f^4}{4} \beta + \frac{f^6}{36} \gamma \\ + f^3 T_1 + \frac{f^4}{3} T_2 + \frac{f^5}{12} (T_3 + 2T_4) + \frac{f^6}{120} (2T_5 + 5T_6) + \text{cc.}$$

avendo posto per abbreviare

$$(6) \quad \alpha = x'^2 + y'^2 + z'^2 \\ \beta = x''^2 + y''^2 + z''^2 \\ \gamma = x'''^2 + y'''^2 + z'''^2$$

e assunte le $T_1, T_2, T_3, \text{cc.}$ all'infinito per esprimere altri trinomj dei quali scrivo alcuni

$$(7) \quad T_1 = x' x'' + y' y'' + z' z'' \\ T_2 = x' x''' + y' y''' + z' z''' \\ T_3 = x' x^{iv} + y' y^{iv} + z' z^{iv} \\ T_4 = x'' x''' + y'' y''' + z'' z''' \\ T_5 = x' x^v + y' y^v + z' z^v \\ T_6 = x'' x^{iv} + y'' y^{iv} + z'' z^{iv} \\ \text{cc.} \quad \text{cc.} \quad \text{cc.}$$

La (5) sta a riscontro della (13) Capo VI citato m. p.: ne prenderemo la

variata in corrispondenza della (16) di quel luogo, e a riscontro di quella (17) formeremo l'espressione

$$(8) \quad \int df \cdot \Delta \delta \rho^2 = \\ (1) \delta \alpha + (2) \delta \beta + (3) \delta \gamma + (4) \delta T_1 + (5) \delta T_2 + (6) \delta T_3 + \text{cc.}$$

da introdursi sotto il segno integrale dell'equazione (1) generalissima pei sistemi lineari. I coefficienti (1), (2), (3) ... sono da considerarsi funzioni di a , essendovi sparita la f per effetto delle integrazioni definite.

14. Qui, come al n. 74 m. p., faremo vedere che tutti i trinomj T_1, T_2, T_3 , cc. all'infinito possono aversi espressi pei primi tre α, β, γ (equazioni (6)) e per le loro derivate rispetto ad a di qualunque ordine.

È facile accorgersi che sono

$$(9) \quad T_1 = \frac{1}{2} \alpha' \quad ; \quad T_2 = \frac{1}{2} \alpha'' - \beta \quad ; \quad T_3 = \frac{1}{2} \alpha''' - \frac{3}{2} \beta' \\ T_4 = \frac{1}{2} \beta' \quad ; \quad T_5 = \frac{1}{2} \alpha^{iv} - 2\beta'' + \gamma \quad ; \quad T_6 = \frac{1}{2} \beta'' - \gamma \quad ; \quad \text{cc.}$$

Dove s'incontra maggiore difficoltà è nel provare dipendenti dai soli tre trinomj α, β, γ e loro derivate quelli che loro terrebbero dietro nell'ordine delle equazioni (6), cioè i trinomj

$$(10) \quad x^{iv^2} + y^{iv^2} + z^{iv^2} \quad ; \quad x^{v^2} + y^{v^2} + z^{v^2} \quad ; \quad \text{cc.}$$

A conseguire un tal fine havvi un metodo di dimostrazione generale che, quantunque un po' lungo, merita di essere riferito anche perchè ci verrà utilissimo per un passo del Capo V.

Siano tre equazioni, come le seguenti

$$(11) \quad \begin{aligned} x' X + y' Y + z' Z &= L \\ x'' X + y'' Y + z'' Z &= M \\ x''' X + y''' Y + z''' Z &= N . \end{aligned}$$

Cavando da queste i valori delle X, Y, Z per mezzo delle formole elementari che danno la risoluzione di tre equazioni di primo grado a tre incognite, otteniamo

$$(12) \quad \begin{aligned} X &= \frac{1}{D} \left\{ L(y''z''' - z''y''') + M(z'y''' - y'z''') + N(y'z'' - z'y'') \right\} \\ Y &= \frac{1}{D} \left\{ L(z''x''' - x''z''') + M(x'y''' - z'y''') + N(z'x'' - x'z'') \right\} \\ Z &= \frac{1}{D} \left\{ L(x''y''' - y''x''') + M(y'x''' - x'y''') + N(x'y'' - y'x'') \right\} \end{aligned}$$

essendo

$$(13) \quad D = x'(y''z''' - z''y''') + x''(z'y''' - y'z''') + x'''(y'z'' - z'y'').$$

Quadrando queste equazioni (12) e sommandole, deduciamo

$$(14) \quad \begin{aligned} D^2(X^2 + Y^2 + Z^2) = & L^2\{(y''z''' - z''y''')^2 + (z'x''' - x''z''')^2 + (x'y''' - y''x''')^2\} \\ & + M^2\{(z'y''' - y'z''')^2 + (x'z''' - z'x''')^2 + (y'x''' - x'y''')^2\} \\ & + N^2\{(y'z'' - z'y'')^2 + (z'x'' - x'z'')^2 + (x'y'' - y'x'')^2\} \\ & + 2LM\{(y''z''' - z''y''')(z'y''' - y'z''') + (z'x''' - x''z''')(x'z''' - z'x''') \\ & \qquad \qquad \qquad + (x'y''' - y''x''')(y'x''' - x'y'')\} \\ & + 2LN\{(y''z''' - z''y''')(y'z'' - z'y'') + (z'x''' - x''z''')(z'x'' - x'z'') \\ & \qquad \qquad \qquad + (x'y''' - y''x''')(x'y'' - y'x'')\} \\ & + 2MN\{(z'y''' - y'z''')(y'z'' - z'y'') + (x'z''' - z'x''')(z'x'' - x'z'') \\ & \qquad \qquad \qquad + (y'x''' - x'y''')(x'y'' - y'x'')\}. \end{aligned}$$

Ora si richiamino le formole (30), (32) del n. 67 m. p., e applicando pazientemente tre volte la prima a trasformare nella precedente i coefficienti di L^2 , M^2 , N^2 , e tre volte la seconda a trasformare quelli di $2LM$, $2LN$, $2MN$, troveremo che il secondo membro di questa (14) (viste le denominazioni (6), (7) adottate più sopra) prende la forma

$$(15) \quad \begin{aligned} & L^2(\beta\gamma - T_4^2) + M^2(\alpha\gamma - T_2^2) + N^2(\alpha\beta - T_1^2) \\ & + 2LM(T_4T_2 - \gamma T_1) + 2LN(T_1T_4 - \beta T_2) + 2MN(T_1T_2 - \alpha T_4). \end{aligned}$$

Quindi, sostituendo per T_1 , T_2 , T_3 i valori datici dalle (9), la (14) diventerà

$$(16) \quad \begin{aligned} & D^2(X^2 + Y^2 + Z^2) = \\ & L^2\left(\beta\gamma - \frac{1}{4}\beta'^2\right) + M^2\left(\alpha\gamma - \frac{1}{4}(\alpha'' - 2\beta)^2\right) + N^2\left(\alpha\beta - \frac{1}{4}\alpha'^2\right) \\ & + LM\left(\frac{1}{2}\beta'(\alpha'' - 2\beta) - \gamma\alpha'\right) + LN\left(\frac{1}{2}\alpha'\beta' - \beta(\alpha'' - 2\beta)\right) + MN\left(\frac{1}{2}\alpha'(\alpha'' - 2\beta) - \alpha\beta'\right). \end{aligned}$$

Presentemente ci conviene trattenerci a dimostrare che la quantità D , quale è data dalla (13), può essere ridotta ad una espressione fatta delle sole α , β , γ e loro derivate. Osserviamo le tre equazioni

$$\begin{aligned} D &= x'(y''z''' - z''y''') + x''(z'y''' - y'z''') + x'''(y'z'' - z'y'') \\ 0 &= y'(y''z''' - z''y''') + y''(z'y''' - y'z''') + y'''(y'z'' - z'y'') \\ 0 &= z'(y''z''' - z''y''') + z''(z'y''' - y'z''') + z'''(y'z'' - z'y'') \end{aligned}$$

delle quali la prima è la stessa (13), e le altre due sono manifestamente identiche: queste, quadrate e sommate, danno

$$(17) D^2 = \alpha(y''z''' - z''y''')^2 + \beta(z'y''' - y'z''')^2 + \gamma(y'z'' - z'y'')^2 \\ + 2T_1(y''z''' - z''y''')(z'y''' - y'z''') + 2T_2(y''z''' - z''y''')(y'z'' - z'y'') \\ + 2T_3(z'y''' - y'z''')(y'z'' - z'y'').$$

Notiamo queste altre tre equazioni

$$0 = x'(z''x''' - x''z''') + x''(x'z''' - z'x''') + x'''(z'x'' - x'z'') \\ D = y'(z''x''' - x''z''') + y''(x'z''' - z'x''') + y'''(z'x'' - x'z'') \\ 0 = z'(z''x''' - x''z''') + z''(x'z''' - z'x''') + z'''(z'x'' - x'z'')$$

di cui la prima e la terza sono visibilmente identiche, e quella di mezzo è la stessa (13), avendone diversamente ordinati i termini nel secondo membro. Queste pure, quadrate e sommate, ci porgono

$$(18) D^2 = \alpha(z''x''' - x''z''')^2 + \beta(x'z''' - z'x''')^2 + \gamma(z'x'' - x'z'')^2 \\ + 2T_1(z''x''' - x''z''')(x'z''' - z'x''') + 2T_2(z''x''' - x''z''')(z'x'' - x'z'') \\ + 2T_3(x'z''' - z'x''')(z'x'' - x'z'').$$

Poniamo attenzione da ultimo alle tre equazioni

$$0 = x'(x''y''' - y''x''') + x''(y'x''' - x'y''') + x'''(x'y'' - y'x'') \\ 0 = y'(x''y''' - y''x''') + y''(y'x''' - x'y''') + y'''(x'y'' - y'x'') \\ D = z'(x''y''' - y''x''') + z''(y'x''' - x'y''') + z'''(x'y'' - y'x'')$$

delle quali le prime due sono identiche, e la terza è ancora la (13) diversamente ordinata. Quadrando e sommando al solito, giungiamo alla seguente

$$(19) D^2 = \alpha(x''y''' - y''x''')^2 + \beta(y'x''' - x'y''')^2 + \gamma(x'y'' - y'x'')^2 \\ + 2T_1(x''y''' - y''x''')(y'x''' - x'y''') + 2T_2(x''y''' - y''x''')(x'y'' - y'x'') \\ + 2T_3(y'x''' - x'y''')(x'y'' - y'x'').$$

Sommiamo ora le tre equazioni (17), (18), (19): formeremo una equazione il cui primo membro sarà $3D^2$, ed il secondo potrà essere ordinato come quello dell'equazione (14); stando le quantità

$$\alpha, \beta, \gamma, 2T_1, 2T_2, 2T_3$$

rispettivamente al luogo delle

$$L^2, M^2, N^2, 2LM, 2LN, 2MN;$$

potremo quindi praticare le stesse trasformazioni fatte sulla (14): così (richiamata l'espressione (13)) vedremo risultare

$$\begin{aligned} 3D^2 &= \alpha(\beta\gamma - T_3^2) + \beta(\alpha\gamma - T_2^2) + \gamma(\alpha\beta - T_1^2) \\ &+ 2T_1(T_3T_2 - \gamma T_1) + 2T_2(T_1T_1 - \beta T_2) + 2T_3(T_1T_2 - \alpha T_3) \end{aligned}$$

nelle quali hanno luogo riduzioni, e per tal modo diventa

$$D^2 = \alpha\beta\gamma - \gamma T_1^2 - \beta T_2^2 - \alpha T_3^2 + 2T_1T_2T_3$$

ossia, sostituendo i valori che trovansi fra gli scritti nelle (9)

$$(20) \quad D^2 = \alpha\beta\gamma - \frac{1}{4} \left\{ \gamma\alpha'^2 + \beta(\alpha'' - 2\beta)^2 + \alpha\beta'^2 \right\} + \frac{1}{4} \alpha' \beta' (\alpha'' - 2\beta);$$

è questa l'espressione di cui andavamo in cerca.

Dopo di ciò l'ispezione della equazione (16) ci renderà manifesta la verità del seguente teorema. Se nelle equazioni (11) i secondi membri L, M, N sono quantità fatte unicamente delle α, β, γ e loro derivate, anche il trinomio $X^2 + Y^2 + Z^2$, formato coi valori delle X, Y, Z dedotti da quelle equazioni (11), sarà una quantità fatta unicamente delle α, β, γ e loro derivate.

Osservinsi adesso le tre equazioni

$$x' x^{iv} + y' y^{iv} + z' z^{iv} = \frac{1}{2} \alpha''' - \frac{3}{2} \beta'$$

$$x'' x^{iv} + y'' y^{iv} + z'' z^{iv} = \frac{1}{2} \beta'' - \gamma$$

$$x''' x^{iv} + y''' y^{iv} + z''' z^{iv} = \frac{1}{2} \gamma',$$

(delle quali la prima e la seconda hanno rispettivamente per primi membri i valori di T_3, T_6 dati altrimenti nelle (9), e la terza vien subito dalla derivazione del valore di γ) e si paragonino colle (11). Vedremo, quanto ai secondi membri L, M, N , adempita la condizione voluta dal precedente teorema, e ne concluderemo subito che il trinomio $x^{iv2} + y^{iv2} + z^{iv2}$ riducesi ad una espressione fatta delle α, β, γ e loro derivate. Chiamiamo \mathfrak{D} questo trinomio.

Osservinsi anche le equazioni

$$x' x^v + y' y^v + z' z^v = \frac{1}{2} \alpha^{iv} - 2\beta'' + \gamma$$

$$x'' x^v + y'' y^v + z'' z^v = \frac{1}{2} \beta''' - \frac{3}{2} \gamma'$$

$$x''' x^v + y''' y^v + z''' z^v = \frac{1}{2} \gamma'' - \mathfrak{D}$$

che prontamente si ottengono derivando le tre precedenti, e confrontandole colle (11), ne dedurremo a colpo d'occhio che la nota proprietà già verificata nel trinomio ϱ , si verifica altresì nel trinomio $x^2 + y^2 + z^2$. Così derivando le ultime tre, e via via, approfittando di ciò che di mano in mano resta dimostrato, e progredendo sempre coll' applicazione del surriferito teorema, proveremo la proprietà per tutti i trinomj che sono somme di quadrati (*).

15. In vista della proprietà dimostrata nel numero precedente pei trinomj T_1, T_2, T_3, \dots all' infinito, non può esservi difficoltà nel passaggio dalla equazione (8) ad un'altra che fa riscontro colla (18), n. 75 m. p., nella quale la quantità $\int df \cdot \Lambda \delta \rho^2$ trovasi fatta eguale ad una serie che contiene linearmente le variate $\delta \alpha, \delta \beta, \delta \gamma$, e le variate delle loro derivate $\delta \alpha', \delta \beta', \delta \gamma'; \delta \alpha'', \delta \beta'', \delta \gamma''$, ec. essendone i coefficienti funzioni della a e delle stesse $\alpha, \beta, \gamma; \alpha', \beta', \gamma'; \alpha'', \beta'', \gamma''$, ec. Risulta anche chiaro il secondo passaggio da una tale equazione ad altra in riscontro colla (19), n.º citato m. p., della forma

$$(21) \quad \int df \cdot \Lambda \delta \rho^2 = \lambda \delta \alpha + \mu \delta \beta + \nu \delta \gamma + \frac{d\Delta}{da};$$

e ciò trasformando tutti i termini che contengono le variate $\delta \alpha', \delta \beta', \delta \gamma'; \delta \alpha'', \delta \beta'', \delta \gamma''$, ec. in binomj dei quali i primi termini sono della forma $E\delta \alpha, F\delta \beta, G\delta \gamma$, e vanno a fondersi con quelli di una tal forma già esistenti, e i secondi sono derivate esatte per la a , che riescono compresi nell'ultimo termine della precedente (21). Abbiamo dato al n. 79 m. p. (equazioni (18)) uno schizzo che può servire di traccia a simili trasformazioni.

Introducendo ora nella equazione generale (1) spettante ai sistemi lineari invece dell' integrale $\int df \cdot \Lambda \delta \rho^2$ la quantità equivalente dataci dalla (21), si vede che sull'ultimo termine $\frac{d\Delta}{da}$ può effettuarsi l'integrazione per a , e che quindi esso non fa che somministrare una quantità che si unisce all'altro termine Ω di quella equazione. Sotto il segno integrale rimane un trinomio il

(*) La proprietà esposta dall'autore richiede anche la considerazione delle due formole:

$$\begin{aligned} x^{iv} x^{(2r)} + y^{iv} y^{(2r)} + z^{iv} z^{(2r)} &= \alpha \left((x^{iv})^2 + (y^{iv})^2 + (z^{iv})^2 \right)^{(2r-4)} - \beta \left((x^v)^2 + (y^v)^2 + (z^v)^2 \right)^{(2r-6)} + \dots \\ &\dots + (-1)^r \omega \left((x^{(r+2)})^2 + (y^{(r+2)})^2 + (z^{(r+2)})^2 \right) \\ x^{iv} x^{(2r+1)} + y^{iv} y^{(2r+1)} + z^{iv} z^{(2r+1)} &= \alpha_1 \left((x^{iv})^2 + (y^{iv})^2 + (z^{iv})^2 \right)^{2r-2} - \beta_1 \left((x^v)^2 + (y^v)^2 + (z^v)^2 \right)^{(2r-4)} + \dots \\ &\dots + (-1)^r \omega_1 \left((x^{(r+2)})^2 + (y^{(r+2)})^2 + (z^{(r+2)})^2 \right)^r \end{aligned}$$

nelle quali $\alpha, \beta, \gamma \dots \alpha_1, \beta_1, \gamma_1 \dots$ esprimono coefficienti numerici. (Brioschi)

quale è il medesimo che vedesi nella equazione (8) n. 7 di questa Memoria; così una tale equazione viene riconfermata come generalissima insieme a tutte le conseguenze che ne abbiamo dedotte. Farò poi qui un'osservazione corrispondente alla già posta al n. 76 m. p., cioè che la considerazione delle forze molecolari, seguendo l'andamento tenuto ne' precedenti numeri, conduce in maniera diretta e spedita alla dimostrazione delle tre equazioni che sussistono per tutti i punti del sistema, ma ci lascia all'oscuro intorno a quelle equazioni che si verificano soltanto ai limiti di esso: le quali equazioni invece ci riescono assegnabili e piane se la trattazione del problema si effettua alla maniera esposta al n. 7.

16. Passiamo ai sistemi superficiali.

Per questi il valore della φ^2 datoci dalla equazione (4) si svolge primieramente sotto la forma

$$\begin{aligned} \varphi^2 = & \left(f x' + g x_r + \frac{f^2}{2} x'' + f g x'_r + \frac{g^2}{2} x_{rr} + \text{ec.} \right)^2 \\ & + \left(f y' + g y_r + \frac{f^2}{2} y'' + f g y'_r + \frac{g^2}{2} y_{rr} + \text{ec.} \right)^2 \\ & + \left(f z' + g z_r + \frac{f^2}{2} z'' + f g z'_r + \frac{g^2}{2} z_{rr} + \text{ec.} \right)^2 \end{aligned}$$

(gli apici in alto significano le derivate per la a e quelli a basso le derivate per b): poi, eseguendo i quadrati, sotto l'altra

$$\begin{aligned} (22) \quad \varphi^2 = & f^2 \alpha + 2 f g \varepsilon + g^2 \vartheta + \frac{f^4}{4} \kappa + \frac{g^4}{4} \varsigma + f^2 g^2 \omega \\ & + f^3 T_1 + f^2 g (2 T_2 + T_4) + f g^2 (T_3 + 2 T_5) + g^3 T_6 + \text{ec.} \end{aligned}$$

avendo posto per abbreviare

$$\begin{aligned} (23) \quad \alpha = & x'^2 + y'^2 + z'^2 \\ \varepsilon = & x' x_r + y' y_r + z' z_r \\ \vartheta = & x_r^2 + y_r^2 + z_r^2 \\ \kappa = & x''^2 + y''^2 + z''^2 \\ \varsigma = & x_{rr}^2 + y_{rr}^2 + z_{rr}^2 \\ \omega = & x_r'^2 + y_r'^2 + z_r'^2 \end{aligned}$$

e assunte le $T_1, T_2, T_3, \text{ec.}$ all'infinito per esprimere altri trinomj di cui scrivo

aleni

$$\begin{aligned}
 T_1 &= x' x'' + y' y'' + z' z'' \\
 T_2 &= x' x'_t + y' y'_t + z' z'_t \\
 T_3 &= x' x_{tt} + y' y_{tt} + z' z_{tt} \\
 (24) \quad T_4 &= x_t x'' + y_t y'' + z_t z'' \\
 T_5 &= x_t x'_t + y_t y'_t + z_t z'_t \\
 T_6 &= x_t x_{tt} + y_t y_{tt} + z_t z_{tt} \\
 &\quad \text{ec.} \quad \text{ec.} \quad \text{ec.}
 \end{aligned}$$

Dopo di ciò ci prepareremo in riscontro della equazione (8) e della (17), n. 73 m. p. l'equazione

$$\begin{aligned}
 (25) \quad & \int df \int dg \cdot \Lambda \delta \varphi^2 = \\
 & (1) \delta \alpha + (2) \delta \varepsilon + (3) \delta \vartheta + (4) \delta \gamma + (5) \delta \zeta + (6) \delta \omega \\
 & + (7) \delta T_1 + (8) \delta T_2 + (9) \delta T_3 + \text{ec.}
 \end{aligned}$$

essendo i coefficienti (1), (2), (3) (7), (8) da considerarsi funzioni delle sole a, b , giacchè le f, g vi si debbono intendere sparite a motivo d'integrazioni effettuate e definite.

17. Vogliamo anche qui dire quanto basta a persuadere il lettore che i valori di tutti i trinomi $T_1, T_2, T_3 \dots$ all'infinito possono aversi in funzione dei primi sei $\alpha, \varepsilon, \vartheta, \gamma, \zeta, \omega$, e delle loro derivate rispetto alle a, b di tutti gli ordini.

È primieramente visibile che si hanno

$$\begin{aligned}
 (26) \quad T_1 &= \frac{1}{2} \alpha' \quad ; \quad T_2 = \frac{1}{2} \alpha_t \quad ; \quad T_3 = \varepsilon_t - \frac{1}{2} \vartheta' \\
 T_4 &= \varepsilon' - \frac{1}{2} \alpha_{tt} \quad ; \quad T_5 = \frac{1}{2} \vartheta' \quad ; \quad T_6 = \frac{1}{2} \vartheta_t \quad ; \quad \text{ec.}
 \end{aligned}$$

Dove la dimostrazione riesce più difficile è nel provare riducibili ad espressioni fatte delle sei $\alpha, \varepsilon, \vartheta, \gamma, \zeta, \omega$ e loro derivate gli altri trinomi con derivate tutte di second'ordine, cioè i tre

$$x'' x'_t + y'' y'_t + z'' z'_t \quad ; \quad x'' x_{tt} + y'' y_{tt} + z'' z_{tt} \quad ; \quad x'_t x_{tt} + y'_t y_{tt} + z'_t z_{tt} .$$

A tal fine e per non deviare in lungaggini che potrebbero farci perdere tempo, conviene governarsi con arte, introducendo alcune denominazioni.

Le equazioni da cui primieramente dedurre i valori di x'' , y'' , z'' , sono le tre

$$\begin{aligned} x'x'' + y'y'' + z'z'' &= T_1 \\ (27) \quad x_1x'' + y_1y'' + z_1z'' &= T_1 \\ x''^2 + y''^2 + z''^2 &= \alpha \end{aligned}$$

Cavinsi dalle prime due i valori di due incognite date per la terza, per esempio, delle x'' , y'' date per la z'' . Poniamo

$$\begin{aligned} (28) \quad p &= x'y_1 - y'x_1 \quad ; \quad q = z'x_1 - x'z_1 \quad ; \quad r = y'z_1 - z'y_1 \\ (29) \quad A &= x_1T_1 - x'T_1 \quad ; \quad B = y_1T_1 - y'T_1 \quad ; \quad C = z_1T_1 - z'T_1 \end{aligned}$$

e troveremo

$$(30) \quad x'' = \frac{B + rz''}{p} \quad ; \quad y'' = \frac{-A + qz''}{p} :$$

valori che, sostituiti nella terza delle (27), danno

$$(p^2 + q^2 + r^2)z''^2 - 2(Aq - Br)z'' + A^2 + B^2 = p^2\alpha$$

dalla quale risulta

$$(31) \quad z'' = \frac{Aq - Br \pm \sqrt{(Aq - Br)^2 + (p^2\alpha - A^2 - B^2)(p^2 + q^2 + r^2)}}{p^2 + q^2 + r^2} .$$

Su questo valore si possono praticare varie riduzioni, osservando alcune equazioni identiche che si deduceno dalle (28), (29).

Primieramente dalle (28) in forza della formola (30), n. 67 m. p. (che è una assai nota equazione identica) si ha

$$(32) \quad p^2 + q^2 + r^2 = \alpha\delta - \varepsilon^2$$

poi evidentemente queste due altre

$$\begin{aligned} (33) \quad x'r + y'q + z'p &= 0 \\ x_1r + y_1q + z_1p &= 0 ; \end{aligned}$$

e siccome dalle (29) si ottiene

$$Ar + Bq + Cp = (x_1r + y_1q + z_1p)T_1 - (x'r + y'q + z'r)T_1 ;$$

così, in virtù delle precedenti (33), si ha anche

$$(34) \quad Ar + Bq + Cp = 0 .$$

Consideriamo ora la quantità sotto il radicale nella (31), essa può cambiarsi di forma senza alterazione di valore in quest'altra

$$(p^2 + q^2 + r^2)p^2x - A^2(p^2 + r^2) - 2ABqr - B^2(p^2 + q^2) ;$$

ma dalla (34), trasportando Cp nel secondo membro e quadrando, abbiamo

$$A^2r^2 + 2ABqr + B^2q^2 = C^2p^2 ;$$

quindi la quantità precedente, vista la (32), diventa

$$p^2 \{ x (\alpha \mathfrak{D} - \varepsilon^2) - A^2 - B^2 - C^2 \}$$

ossia per effetto dei valori (29)

$$p^2 \{ x (\alpha \mathfrak{D} - \varepsilon^2) - \mathfrak{D}T_1^2 + 2\varepsilon T_1T_4 - \alpha T_4^2 \} .$$

Per tal modo il radicale nel valore (31) di z'' può scriversi pR : avendo posto

$$(35) \quad R = \pm \{ \sqrt{x (\alpha \mathfrak{D} - \varepsilon^2) - \mathfrak{D}T_1^2 + 2\varepsilon T_1T_4 - \alpha T_4^2} \} ;$$

e avremo

$$z'' = \frac{Aq + Br + pR}{p^2 + q^2 + r^2} .$$

Questo valore sostituito nelle equazioni (30) ci conduce facilmente a questi altri

$$x'' = \frac{p^2B + q(Ar + Bq) + prR}{p(p^2 + q^2 + r^2)} ; \quad y'' = \frac{-Ap^2 - r(Ar + Bq) + pqR}{p(p^2 + q^2 + r^2)} ;$$

nei quali, dopo aver messo in luogo del binomio $Ar + Bq$ il suo valore $-Cp$ cavato dalla (34), può effettuarsi la divisione per p : così otteniamo

$$(36) \quad x'' = \frac{pB - qC + rR}{p^2 + q^2 + r^2} ; \quad y'' = \frac{rC - pA + qR}{p^2 + q^2 + r^2} ; \quad z'' = \frac{qA - rB + pR}{p^2 + q^2 + r^2}$$

Si noti che in conseguenza dei valori (29) abbiamo

$$pB - qC = (y,p - z,q) T_1 - (y'p - z'q) T_4$$

$$rC - pA = (z,r - x,p) T_1 - (z'r - x'p) T_4$$

$$qA - rB = (x,q - y,r) T_1 - (x'q - y'r) T_4$$

dove, per effetto delle (28), i sei coefficienti di T_1, T_4 subiscono riduzioni: ne scrivo la prima, le altre sono similissime:

$$\begin{aligned} y_1 y' - z_1 q &= x' (y_1^2 + z_1^2) - x_1 (y' y_1 + z' z_1) \\ &= x' (\vartheta - x_1^2) - x_1 (\varepsilon - x' x_1) \\ &= x' \vartheta - x_1 \varepsilon ; \end{aligned}$$

in guisa che troviamo

$$\begin{aligned} pB - qC &= (x' \vartheta - x_1 \varepsilon) T_1 - (x' \varepsilon - x_1 \alpha) T_4 \\ rC - pA &= (y' \vartheta - y_1 \varepsilon) T_1 - (y' \varepsilon - y_1 \alpha) T_4 \\ qA - rB &= (z' \vartheta - z_1 \varepsilon) T_1 - (z' \varepsilon - z_1 \alpha) T_4 \end{aligned}$$

e possono introdursi nuove semplificazioni ponendo

$$(37) \quad m = \vartheta T_1 - \varepsilon T_4 \quad ; \quad n = \alpha T_4 - \varepsilon T_1 ;$$

dopo di che i valori (36) si riducono

$$(38) \quad \begin{aligned} x'' &= \frac{x' m + x_1 n + r R}{\alpha \vartheta - \varepsilon^2} . \\ y'' &= \frac{y' m + y_1 n + q R}{\alpha \vartheta - \varepsilon^2} . \\ z'' &= \frac{z' m + z_1 n + p R}{\alpha \vartheta - \varepsilon^2} . \end{aligned}$$

Qui nei secondi membri le m, n, R sono quantità fatte delle sole $\alpha, \varepsilon, \vartheta, \alpha, \alpha', \varepsilon'$, perchè nelle (35), (37) debbono sostituirsi alle T_1, T_4 i valori equivalenti già scritti nelle (26).

Prendendo ora a determinare le tre quantità x'_1, y'_1, z'_1 per mezzo delle equazioni

$$\begin{aligned} x' x'_1 + y' y'_1 + z' z'_1 &= T_2 \\ x_1 x'_1 + y_1 y'_1 + z_1 z'_1 &= T_5 \\ x_1'^2 + y_1'^2 + z_1'^2 &= \omega \end{aligned}$$

il confronto di queste colle equazioni (27) ci farà capire facilmente che l'andamento della soluzione sarà il medesimo, cosicchè, senza ripetere il calcolo, potremo desumere i valori finali dalle precedenti (38) introducendo le debite

modificazioni: e saranno

$$(39) \quad \begin{aligned} x'_i &= \frac{x'h + x,k + rS}{\alpha\mathfrak{D} - \varepsilon^2} \\ y'_i &= \frac{y'h + y,k + qS}{\alpha\mathfrak{D} - \varepsilon^2} \\ z'_i &= \frac{z'h + z,k + pS}{\alpha\mathfrak{D} - \varepsilon^2} \end{aligned}$$

essendo (richiamansi le (35), (37))

$$\begin{aligned} S &= \pm \sqrt{\omega(\alpha\mathfrak{D} - \varepsilon^2) - \mathfrak{D}T_2^2 + 2\varepsilon T_2T_5 - \alpha T_5^2} \\ h &= \mathfrak{D}T_2 - \varepsilon T_5 \quad ; \quad k = \alpha T_5 - \varepsilon T_2 \end{aligned}$$

cioè tre quantità fatte solamente di $\alpha, \mathfrak{D}, \varepsilon, \omega, \alpha', \mathfrak{D}'$, come si fa palese rammentando i valori di T_2, T_5 scritti nelle (26).

Se poi adoperando i valori (38), (39) cercheremo quello del trinomio $x''x'_i + y''y'_i + z''z'_i$, avremo una frazione il cui denominatore sarà il quadrato $(\alpha\mathfrak{D} - \varepsilon^2)^2$, e il numeratore una quantità di 27 termini che può scriversi al seguente modo

$$\begin{aligned} &(x'^2 + y'^2 + z'^2)mh + (x'x_i + y'y_i + z'z_i)(mk + nh) \\ &+ (x_i^2 + y_i^2 + z_i^2)nk + (x'r + y'q + z'r)(mS + hR) \\ &+ (x_i r + y_i q + z_i p)(nS + hR) + (p^2 + q^2 + r^2)RS. \end{aligned}$$

Questa, per le prime tre delle (23), per le (33), e la (32) si riduce

$$\alpha mh + \varepsilon(mk + nh) + \mathfrak{D}nk + (\alpha\mathfrak{D} - \varepsilon^2)RS;$$

e si fa così manifesto che il trinomio $x''x'_i + y''y'_i + z''z'_i$ equivale ad una espressione ove non entrano che le $\alpha, \varepsilon, \mathfrak{D}, \alpha, \omega$ e alcune loro derivate di primo ordine.

Appoggiandoci alle equazioni

$$\begin{aligned} x'x_{ii} + y'y_{ii} + z'z_{ii} &= T_3 \\ x_i x_{ii} + y_i y_{ii} + z_i z_{ii} &= T_6 \\ x_{ii}^2 + y_{ii}^2 + z_{ii}^2 &= \varsigma \end{aligned}$$

e paragonandole colle (27) potremo subito formarci i valori delle x_{ii}, y_{ii}, z_{ii} in tutto simili a quelli espressi nelle (38), (39), e con un procedimento affatto analogo al poc'anzi descritto, provare la proprietà in discorso anche pei trinomj

$$x''x_{ii} + y''y_{ii} + z''z_{ii} \quad ; \quad x'_i x_{ii} + y'_i y_{ii} + z'_i z_{ii}.$$

Il lettore comprenderà che, senza farsi fin d'ora unico appoggio nell'analogia, è possibile, con metodi analitici simili ai precedenti, dimostrare la proprietà anche per qualunque trinomio contenente le derivate di terz'ordine o d'ordine più elevato: e che quindi è lecito venire ad una conclusione generale simile a quelle del n. 74 m. p. e n. 14 della Memoria presente.

18. Ben ponderata l'anzidetta proprietà dei trinomj $T_1, T_2, T_3 \dots$ all'infinito, vedesi come si trasforma l'equazione (25) in un'altra simile alla (18), n. 75 m. p., nella quale la quantità $\int df \int dg \cdot \Delta \delta \rho^2$ compare eguale ad una serie che contiene linearmente le sei variate $\delta \alpha, \delta \varepsilon, \delta \vartheta, \delta \chi, \delta \zeta, \delta \omega$, e le variate delle loro derivate o per a o per b . Dopo una così fatta equazione si fa passaggio ad altra simile alla (19) del n. citato m. p. che risulta della forma

$$(40) \quad \int df \int dg \cdot \Delta \delta \rho^2 = \lambda \delta \alpha + \mu \delta \vartheta + \nu \delta \varepsilon + \varepsilon \delta \chi + \theta \delta \zeta + \tau \delta \omega \\ + \frac{d\Delta}{da} + \frac{d\Theta}{db}.$$

Questo valore dell'integrale duplicato si deve introdurre nell'equazione (3) spettante ai sistemi superficiali: allora si vede che i due termini $\frac{d\Delta}{da}, \frac{d\Theta}{db}$, potendosi effettuare l'una o l'altra delle due integrazioni, non fanno che somministrare quantità che si versano ai limiti e si compenetrano colla Ω . Ciò che rimane sotto il doppio segno integrale è un sestinomio identico quanto alla forma con quello della equazione (30) n. 9. Pertanto detta equazione (30) n. 9 resta riconfermata come generalissima insieme a tutte le sue conseguenze da noi dedotte nel Capo precedente. Qui pure diremo che questo metodo per trovare l'equazione generale appartenente ai sistemi superficiali partendo dalla considerazione delle azioni molecolari, lascia imbarazzate le equazioni ai limiti, equazioni che coll'altro metodo del Capo precedente abbiamo potuto assegnare e svolgere, almeno in una supposizione più ristretta.

Avendo qui termine tutte le dimostrazioni delle equazioni generalissime per le tre sorte di sistemi, trovate e riconfermate in più maniere, esporremo l'ordine delle idee che pare il migliore all'oggetto di persuadercele vere e in nulla mancanti. Credo che converrebbe incominciare dal 2.º metodo, cioè da quello del Capo VI m. p. e Capo III di questa. Si vedono allora venire le equazioni generali ostensibili a tutti i punti del sistema, precisamente come vengono nel caso de' sistemi rigidi trattati col primo metodo delle equazioni di condizione. Una tale coincidenza ci porta naturalmente a supporre che dunque anche nel caso di sistemi qualunque sussistono le equazioni variate di condizione (13) n. 4, (3) n. 6, (19) n. 8, come sussistono nel caso de' sistemi rigidi: il che ammesso

passiamo (siccome si disse sul fine del Capo precedente) a capire che i valori delle variazioni generiche δx , δy , δz sono sempre i (12) n. 3 per ogni sorta di sistemi soggetti alla legge di continuità e non pei soli sistemi rigidi; ossia, ciò che torna lo stesso, che la loro produzione è dovuta a quel fittizio movimento degli assi. Allora veniamo a conoscere che la quantità versata ai limiti, seguendo i metodi del Capo VI m. p. e III dell'attuale, deve annullarsi in gran parte da sè e sussistervi la sola che vi si versa usando il metodo delle equazioni di condizione. L'andamento poi tenuto nei Capi IV e VII m. p., adoperando gli assi intermedj delle p, q, r , può essere riguardato come un'analisi staccata e costrutta dietro diverse considerazioni, la quale, conducendo ai medesimi risultamenti, giova assai per ribadire le deduzioni ottenute mediante l'insieme dei ragionamenti connessi all'altra maniera.

CAPO IV.

*Digressione intorno alle linee di massima o minima condensazione
nei sistemi a due e tre dimensioni.*

19. Innanzi procedere a quella parte del presente lavoro ove ragionerò più addentro della natura delle forze interne de' sistemi continui, mi conviene premettere una teorica utilissima a tal fine, se non pel sistema lineare, per gli altri due.

Cominciando dal sistema superficiale si è veduto fin da principio (n. 12 m. p.) doversi per esso intendere che le molecole nella precedente disposizione ideale fossero distribuite regolarmente in un piano, distando fra loro di piccolissimi intervalli eguali secondo due assi rettangolari di coordinate variabili a, b , supposta costante la terza coordinata c relativa all'asse perpendicolare ai due precedenti. Di più: che ordinate poi le molecole come porta la natura dello stato reale, e dette x, y, z dopo un tale ordinamento le coordinate della molecola generica rispetto a tre assi rettangolari, s'avessero a considerare le x, y, z funzioni delle a, b

$$(1) \quad x = x(a, b) \ ; \ y = y(a, b) \ ; \ z = z(a, b)$$

di tal forma che significassero la legge della distribuzione delle molecole dello stato reale. Avvertiremo che, per fissare le idee, è bene (quantunque non sia necessario) ritenere che i nuovi assi rettangolari delle x, y, z coincidano con quelli delle a, b, c : cioè si parta dalla medesima origine e si proceda sulle stesse rette a segnare i valori lineari delle x, y, z che dopo l'ordinamento ci

fanno trovare la molecola già determinata dai valori lineari a, b, c . Si è anche detto che immaginando eliminate le a, b dalle tre precedenti equazioni (1), si capisce come venga a nascere l'equazione

$$(2) \quad z = z(x, y)$$

esprimente la natura della superficie in cui le molecole nello stato reale vengono ad essere collocate, e che può essere la medesima anche per molte maniere diverse di distribuzione di esse molecole.

Dopo questo concetto si presenta spontaneamente l'idea di cercare sopra detta superficie le curve ove nello stato reale si dispongono le molecole per le quali nello stato antecedente erano costanti le coordinate b , ovvero le a , cioè le molecole che in quel piano si trovavano sopra rette parallele all'asse delle a o all'asse delle b . Non è difficile capire che le equazioni della prima curva saranno le due che si avranno eliminando la a fra le precedenti (1), e ritenendovi b parametro costante, in quella guisa che si disse della c sottintesa costante nelle stesse (1); e così le equazioni dell'altra curva si otterranno eliminando fra le (1) la variabile b , e ritenutavi a parametro costante.

Ecco un'altra ricerca che comprende come casi particolari le due precedenti. Nel piano che, come sopra si disse, immaginavasi contenere la primitiva disposizione delle molecole, s'intenda condotta pel punto generico (a, b) una retta qualunque: si domandano le equazioni della curva ove si collocano nello stato reale le molecole che nello stato antecedente s'imbattevano a trovarsi in quella retta. Chiamate $a + f, b + g$ le coordinate di un punto qualunque di tal retta, le f, g possono riguardarsi coordinate rettangole di esso punto rispetto a due assi condotti dal punto (a, b) come da origine paralleli a quelli delle a, b . Si sa che di tali variabili la g è data per la f moltiplicata per una costante esprimente la tangente dell'angolo che la retta fa coll'asse delle f o delle a : ma è meglio invece di f, g prendere i loro valori

$$(3) \quad f = i\xi \quad ; \quad g = i\eta \quad ;$$

essendo i la distanza di quel punto qualunque dal punto (a, b) , e ξ, η il coseno e il seno dell'angolo anzidetto, fra i quali sta l'equazione

$$(4) \quad \xi^2 + \eta^2 = 1.$$

Designate pertanto con x_1, y_1, z_1 le coordinate di quel punto qualunque della retta trasportato allo stato reale avremo, in virtù delle equazioni (1),

$$(5) \quad x_1 = x(a + i\xi, b + i\eta) \quad ; \quad y_1 = y(a + i\xi, b + i\eta) \quad ; \quad z_1 = z(a + i\xi, b + i\eta) \quad ;$$

e le equazioni cœreate saranno quelle che risulteranno dalle precedenti dopo averne eliminata la variabile i . Ho asserito che questa ricerca involge le due precedenti: infatti, se facciansi $\xi = 1$, $\eta = 0$, la retta diventa parallela all'asse delle a : eliminare allora la i fra le

$$x, = x(a + i, b) ; y, = y(a + i, b) ; z, = z(a + i, b)$$

non si può senza eliminare tutto il binomio $a + i$, e si ha lo stesso risultato come eliminando la a fra le (1): dicasi a un dipresso per l'altra di quelle curve quando $\xi = 0$, $\eta = 1$.

Dopo l'indicata eliminazione della i fra le (5), entrambi le a, b entreranno nelle equazioni risultanti come parametri costanti, e così pure vi entreranno le costanti ξ, η , della quale una resta indeterminata e l'altra no a motivo dell'equazione (4). Quella delle due ξ, η che rimane indeterminata, può farsi funzione qualunque delle stesse a, b , e variando tale funzione varierà la retta passante pel punto (a, b) delle cui molecole si cerca la collocazione dopo il trasporto allo stato reale.

Siccome, giusta l'ultimo concetto, una delle due funzioni di a, b da sostituirsi alle ξ, η rimane arbitraria, possiamo determinarla soddisfacendo a qualche altra ricerca, ed è così che ci facciamo strada alla seguente importante teorica.

La distanza nello stato reale di due molecole che nella distribuzione antecedente aveano rispettivamente le coordinate

$$a, b ; a + f, b + g$$

fu indicata per ρ ed espressa mediante l'equazione (22) n. 16; solamente avvertiremo che avendo ora la f, g i valori (3), essa prende la forma

$$(6) \quad \rho^2 = i^2(\alpha\xi^2 + 2\varepsilon\xi\eta + \varpi\eta^2) + i^3k + ec.$$

Qui la i (distanza fra le due molecole) può supporsi tanto piccola che (secondo un noto principio dimostrato da Lagrange: *Théorie des fonctions analytiques*: 2.º *Partie*, art. 3, 25) il valore del secondo membro stia sensibilmente tutto nel primo termine: e così debb'essere sicuramente se intendiamo significata da i la distanza tra la molecola (a, b) e l'altra a lei più vicina nella direzione di quella retta. Imperocchè tale distanza (e lo si vede per la stessa precedente equazione (6)) è dello stesso ordine di grandezza della ρ , e come questa in natura è estremamente piccola, così debb'essere anche di quella: e non c'è dubbio che tal piccolezza possa non essere sufficiente alla verificazione del succitato principio lagrangiano, chè la piccolezza delle distanze molecolari in natura supera ogni sforzo d'immaginazione.

La proprietà che il valore della ρ stia presso che tutto nel primo termine del secondo membro della (6), quando si parla di molecole immediatamente prossime, varrà qualunque sia la retta passante pel punto (a, b) , come sopra dicevamo, e avremo nello stato reale diverse ρ che tutte ne godono; per altro anche fra queste piccolissime distanze vi sarà un più e un meno che dipenderà dal coefficiente dell' i^2 nella (6). Vogliamo dunque cercare per ξ, η quei valori che compatibilmente coll'equazione di condizione (4) rendono massimo o minimo il detto coefficiente dell' i^2 . Allora la curva di cui si hanno le equazioni eliminando la i fra le (5), sarà quella dove la molecola (x, y, z) avrà più vicina o più lontana la molecola immediatamente seguente in confronto di altre innumerabili curve che possono immaginarsi sulla superficie passanti pel punto (x, y, z) . Vedremo che queste curve sono due, una corrispondente al caso del massimo, l'altra a quello del minimo: le diremo le curve della massima e minima condensazione.

20. Innanzi metterei all'indicata ricerca analitica sarà bene sciogliere una difficoltà. A taluno potrebbe parere (e non a torto) che il miglior mezzo per render minima la distanza ρ fra due molecole (equazione (6)) sia quello di rendere nullo il coefficiente dell' i^2 , e quindi di determinare le ξ, η sciogliendo le due equazioni

$$\alpha \xi^2 + 2\varepsilon \xi \eta + \vartheta \eta^2 = 0 \quad ; \quad \xi^2 + \eta^2 = 1 .$$

Rispondiamo: si eseguisca questa soluzione e si troverà che i valori di ξ, η contengono in maniera indestruttibile il radicale $\sqrt{\varepsilon^2 - \alpha\vartheta}$, il quale è immaginario, perchè la quantità sotto al segno radicale equivale alla somma di tre quadrati presi col segno negativo. Infatti (equazioni (23) n. 46) abbiamo

$$\begin{aligned} \varepsilon^2 - \alpha\vartheta &= (x'x + y'y + z'z)^2 - (x'^2 + y'^2 + z'^2)(x_i^2 + y_i^2 + z_i^2) \\ &= -(x'y - y'x)^2 - (z'x - x'z)^2 - (y'z - z'y)^2 . \end{aligned}$$

Questa comparsa dell'immaginario sentenziando impossibile quello che domandiamo, ci fa capire che ripugna all'indole delle presenti questioni il supporre le molecole in un quasi perfetto contatto.

21. Giusta quanto si è dapprima detto dobbiamo cercare per ξ, η quei valori che rendono massimo o minimo il trinomio $\alpha \xi^2 + 2\varepsilon \xi \eta + \vartheta \eta^2$ avuto riguardo all'equazione di condizione (4). Usando il metodo lagrangiano del moltiplicatore cercheremo quei valori di ξ, η che rendono massima o minima la quantità

$$\alpha \xi^2 + 2\varepsilon \xi \eta + \vartheta \eta^2 + \lambda(1 - \xi^2 - \eta^2)$$

considerate adesso le ξ, η fra loro indipendenti, e λ coefficiente indeterminato. Di qui le due equazioni

$$(7) \quad \alpha\xi + \varepsilon\eta = \lambda\xi \quad ; \quad \varepsilon\xi + \vartheta\eta = \lambda\eta .$$

Scriviamole da capo al modo seguente

$$(8) \quad \varepsilon\eta = \xi(\lambda - \alpha) \quad ; \quad \varepsilon\xi = \eta(\lambda - \vartheta)$$

e moltiplicandole fra loro, e dividendo per ξ, η , troveremo

$$(9) \quad \varepsilon^2 = (\lambda - \alpha)(\lambda - \vartheta)$$

ossia $\lambda^2 - (\alpha + \vartheta)\lambda + \alpha\vartheta - \varepsilon^2 = 0$ dalla quale

$$(10) \quad \lambda = \frac{1}{2}(\alpha + \vartheta) \pm \frac{1}{2}\sqrt{(\alpha - \vartheta)^2 + 4\varepsilon^2} .$$

Le (8) quadrate e combinate colla (4) ci danno subito

$$(11) \quad \xi = \frac{\varepsilon}{\sqrt{\varepsilon^2 + (\lambda - \alpha)^2}} \quad ; \quad \eta = \frac{\lambda - \alpha}{\sqrt{\varepsilon^2 + (\lambda - \alpha)^2}}$$

ovvero

$$(12) \quad \xi = \frac{\lambda - \vartheta}{\sqrt{\varepsilon^2 + (\lambda - \vartheta)^2}} \quad ; \quad \eta = \frac{\varepsilon}{\sqrt{\varepsilon^2 + (\lambda - \vartheta)^2}} .$$

Queste due coppie di valori (11), (12), quantunque apparentemente diverse, somministrano entrambe l'unica

$$(13) \quad \xi = \sqrt{\frac{\lambda - \vartheta}{2\lambda - \alpha - \vartheta}} \quad ; \quad \eta = \sqrt{\frac{\lambda - \alpha}{2\lambda - \alpha - \vartheta}}$$

quando in esse ad ε^2 sostituisca il valore (9).

Messi nelle (13) successivamente i due valori di λ datici dalle (10) (che segnavano λ_1, λ_2) avremo per ξ, η due corrispondenti coppie di valori che indicheremo con $\xi_1, \eta_1; \xi_2, \eta_2$: esse fisseranno rispettivamente nel piano della disposizione antecedente le due rette passanti pel punto (a, b) , delle quali le molecole nel trasporto alla disposizione reale si saranno collocate sulle linee di massima e minima condensazione che s'intersecano nel punto (x, y, z) .

Se si pone per abbreviare

$$K = \sqrt{(\alpha - \vartheta)^2 + 4\varepsilon^2}$$

intendendo il radicale preso col segno positivo, si trovano

$$(14) \quad \begin{aligned} \gamma_1 &= \sqrt{\frac{\alpha - \beta + K}{2K}} & ; & \quad \gamma_1 = \sqrt{\frac{\beta - \alpha + K}{2K}} \\ \gamma_2 &= \sqrt{\frac{\beta - \alpha + K}{2K}} & ; & \quad \gamma_2 = \sqrt{\frac{\alpha - \beta + K}{2K}} \end{aligned}$$

alcuno di questi radicali però deve essere preso col segno negativo, come si farà manifesto fra poco.

22. Noteremo, ed è osservazione importante, che le due equazioni (7), moltiplicate rispettivamente per ξ , η e sommate, danno a motivo della (4)

$$(15) \quad \lambda = \alpha \xi^2 + 2\varepsilon \xi \eta + \beta \eta^2 ;$$

cioè il valore di λ è quello stesso del trinomio coefficiente dell' i^2 nella (6) che diventa massimo o minimo. In conseguenza i due valori di λ datici dalle (10) sono a dirittura quelli del proposto trinomio già portato al massimo e al minimo, quali risulterebbero sostituendovi per ξ , η i valori corrispondenti già indicati. Può verificarsi questa proprietà sostituendo nel secondo membro della equazione (15) i valori (13), e persuadendoci che dopo alcune facili riduzioni essa compare identica.

23. Una bella proprietà di queste curve di massima e minima condensazione è che le loro tangenti tirate pel punto (x, y, z) formano fra di loro angolo retto: così hanno esse comune tal proprietà colle linee di massima e minima curvatura, non essendo però le medesime, giacchè la loro fissazione dipende, come vedemmo, dalle sole derivate di primo ordine delle coordinate del punto (x, y, z) , e la fissazione delle seconde dipende, come è noto, dalle derivate di secondo ordine.

Per la dimostrazione chiameremo dalla Geometria analitica quanto segue. Allorchè le tre coordinate x_1, y_1, z_1 di una curva qualunque si considerano funzioni di una quarta variabile semplice i (appunto come nelle equazioni (5)), la tangente alla curva nel punto (x_1, y_1, z_1) fa coi tre assi ortogonali angoli i cui coseni sono espressi da

$$(16) \quad \frac{dx_1}{di} \cdot \frac{1}{s'(i)} \quad ; \quad \frac{dy_1}{di} \cdot \frac{1}{s'(i)} \quad ; \quad \frac{dz_1}{di} \cdot \frac{1}{s'(i)}$$

essendo

$$s'(i) = \sqrt{\left(\frac{dx_1}{di}\right)^2 + \left(\frac{dy_1}{di}\right)^2 + \left(\frac{dz_1}{di}\right)^2}.$$

Nel caso nostro useremo delle equazioni (5) avvertendo che a fine di ridurre poi dal punto (x_1, y_1, z_1) al punto (x, y, z) conviene, dopo eseguite le

derivazioni per i , fare $i = 0$. Così troveremo che la tangente nel punto (x, y, z) ad una linea lasciata ancora generica per non aver per anco determinate le ξ, η , fa coi tre assi ortogonali angoli di coseni che eguagliano espressioni aventi per numeratori i binomj

$$x'\xi + x, \eta \quad ; \quad y'\xi + y, \eta \quad ; \quad z'\xi + z, \eta$$

e per denominator comune il radicale

$$\sqrt{(x'\xi + x, \eta)^2 + (y'\xi + y, \eta)^2 + (z'\xi + z, \eta)^2}.$$

Il qual radicale (richiamati i valori di $\alpha, \vartheta, \varepsilon$ (equazioni (33) n. 16)) svolgendo i quadrati si riduce sotto il segno al trinomio coefficiente di i^2 nella (6); per brevità lo indicheremo con $\sqrt{\tau}$.

Se quindi le curve considerate sono due, i coseni per la tangente nel punto (x, y, z) ad una di esse potranno esprimersi con

$$(17) \quad \alpha_1 = \frac{x'\xi_1 + x, \eta_1}{\sqrt{\tau_1}} \quad ; \quad \beta_1 = \frac{y'\xi_1 + y, \eta_1}{\sqrt{\tau_1}} \quad ; \quad \gamma_1 = \frac{z'\xi_1 + z, \eta_1}{\sqrt{\tau_1}}$$

e i coseni per l'altra tangente con

$$(18) \quad \alpha_2 = \frac{x'\xi_2 + x, \eta_2}{\sqrt{\tau_2}} \quad ; \quad \beta_2 = \frac{y'\xi_2 + y, \eta_2}{\sqrt{\tau_2}} \quad ; \quad \gamma_2 = \frac{z'\xi_2 + z, \eta_2}{\sqrt{\tau_2}}.$$

L'angolo poi fatto dalle due tangenti sarà tale che il suo coseno, per teorema notissimo, avrà il valore

$$\frac{(x'\xi_1 + x, \eta_1)(x'\xi_2 + x, \eta_2) + (y'\xi_1 + y, \eta_1)(y'\xi_2 + y, \eta_2) + (z'\xi_1 + z, \eta_1)(z'\xi_2 + z, \eta_2)}{\sqrt{\tau_1 \tau_2}}$$

ossia, svolgendo i prodotti e rammentandoci i valori di $\alpha, \vartheta, \varepsilon$,

$$(19) \quad \frac{\alpha \xi_1 \xi_2 + \varepsilon(\xi_1 \eta_2 + \eta_1 \xi_2) + \vartheta \eta_1 \eta_2}{\sqrt{\tau_1 \tau_2}}.$$

Ora vogliamo provare che quando $\xi_1, \eta_1 ; \xi_2, \eta_2$ hanno valori che soddisfanno alle equazioni (7) (nel qual caso i trinomj τ_1, τ_2 si riducono alle radici λ_1, λ_2 in forza della (15)), quando cioè le due curve considerate sono quelle di massima e minima condensazione, il numeratore della frazione (19) è zero: quindi essendo zero il coseno, l'angolo delle tangenti è retto, siccome ci eravamo proposti di dimostrare.

A tal fine osserviamo che quel numeratore, chiamato per un momento N , può essere scritto nell'una e nell'altra delle due maniere seguenti

$$\begin{aligned} N &= \xi_1(\alpha\xi_2 + \varepsilon\eta_2) + \eta_1(\varepsilon\xi_2 + \vartheta\eta_2) \\ N &= \xi_2(\alpha\xi_1 + \varepsilon\eta_1) + \eta_2(\varepsilon\xi_1 + \vartheta\eta_1) \end{aligned}$$

e quindi in virtù delle equazioni (7) deve eguagliare le due espressioni

$$(20) \quad N = \lambda_2(\xi_1\xi_2 + \eta_1\eta_2) \quad ; \quad N = \lambda_1(\xi_1\xi_2 + \eta_1\eta_2) .$$

Ma in questa i due fattori λ_1, λ_2 sono fra loro diversi, come vedesi per la (10): non può dunque una stessa quantità N essere contemporaneamente eguale a queste due espressioni, se non è zero l'altro fattore comune, ossia se non è

$$(21) \quad \xi_1\xi_2 + \eta_1\eta_2 = 0 .$$

Quest'ultima equazione prova due cose: primieramente vedesi per essa e per le (20), che il numeratore N è zero, come avevamo asserito: poi che nel piano della distribuzione antecedente facevano fra loro angolo retto quelle due rette le cui molecole passarono sulle linee di massima e minima condensazione. L'ultima equazione (21) può anche verificarsi colla sostituzione dei valori (14), purchè uno di quei radicali, per esempio il valore di ξ_2 , prendasi negativo. Ed è chiaro che deve essere così quando l'angolo fra le rette è retto: giacchè se dicesi μ l'angolo che fa una di quelle rette coll'asse delle a , abbiamo

$$\begin{aligned} \xi_1 &= \cos. \mu \quad ; \quad \eta_1 = \sin. \mu \quad ; \quad \xi_2 = \cos. \left(\frac{\pi}{2} + \mu \right) \quad ; \quad \eta_2 = \sin. \left(\frac{\pi}{2} + \mu \right) , \\ \text{cioè} \quad \xi_2 &= -\sin. \mu = -\eta_1 \quad ; \quad \eta_2 = \cos. \mu = \xi_1 . \end{aligned}$$

24. Prima di estendere la stessa dottrina ai sistemi a tre dimensioni ci conviene aggiungere altre cose analoghe alle già esposte per quelli di due, le quali, se non subito, ci verranno utilissime nel Capo seguente.

Quel radicale che chiamammo $s'(i)$ nelle equazioni (16) si sa essere la derivata per i dell'arco della curva: quindi posta $i = 0$, (il che indicheremo col simbolo $s'(i)_0$), questa $s'(i)_0$ equivarrà alla radice quadrata di quel trinomio che nel numero precedente segnammo con τ . I tre coseni che la tangente nel punto (x, y, z) a quella curva per la quale lasciammo le ξ, η indeterminate, fa coi tre assi, possono anche indicarsi con

$$(22) \quad \frac{x'(i)_0}{s'(i)_0} \quad ; \quad \frac{y'(i)_0}{s'(i)_0} \quad ; \quad \frac{z'(i)_0}{s'(i)_0}$$

dove i numeratori hanno rispettivamente i valori

$$(23) \quad x' \xi + x_1 \eta \quad ; \quad y' \xi + y_1 \eta \quad ; \quad z' \xi + z_1 \eta$$

e il denominatore è $\sqrt{\tau}$, essendo

$$(24) \quad \tau = \alpha \xi^2 + 2 \varepsilon \xi \eta + \varpi \eta^2 .$$

Sappiamo altresì dalla Geometria analitica (Vedi Lagrange *Théorie des fonctions*, 2.^o Partie, chap. VII, n. 34) che il raggio del circolo osculatore alla curva nel punto (x, y, z) viene ad aver l'espressione

$$(25) \quad \frac{s'(i)_0^2}{\sqrt{x''(i)_0^2 + y''(i)_0^2 + z''(i)_0^2 - s''(i)_0^2}}$$

e che la sua direzione fa coi tre assi angoli di coseni i cui valori sono frazioni aventi rispettivamente per numeratori i binomj

$$(26) \quad s'(i)_0 x''(i)_0 - x'(i)_0 s''(i)_0 ; s'(i)_0 y''(i)_0 - y'(i)_0 s''(i)_0 ; s'(i)_0 z''(i)_0 - z'(i)_0 s''(i)_0$$

e un denominator comune, che è la quantità

$$(27) \quad s'(i)_0 \sqrt{x''(i)_0^2 + y''(i)_0^2 + z''(i)_0^2 - s''(i)_0^2} .$$

Siccome
$$x''(i)_0 = x'' \xi^2 + 2 x' \xi \eta + x'' \eta^2$$

$$(28) \quad y''(i)_0 = y'' \xi^2 + 2 y' \xi \eta + y'' \eta^2$$

$$z''(i)_0 = z'' \xi^2 + 2 z' \xi \eta + z'' \eta^2 ,$$

il che si fa manifesto per le equazioni (5): e di più abbiamo, derivando per i , l'ultima delle (16), e risovvenendoci che il valore di $s'(i)_0$ è quello di $\sqrt{\tau}$ espresso mediante la (24),

$$(29) \quad \begin{aligned} \sqrt{\tau} \cdot s''(i)_0 &= (x' \xi + x_1 \eta) (x'' \xi^2 + 2 x' \xi \eta + x'' \eta^2) \\ &+ (y' \xi + y_1 \eta) (y'' \xi^2 + 2 y' \xi \eta + y'' \eta^2) \\ &+ (z' \xi + z_1 \eta) (z'' \xi^2 + 2 z' \xi \eta + z'' \eta^2) ; \end{aligned}$$

possiamo avere il radicale delle equazioni (25), (27) (radicale che per un momento denomineremo R) dato per la seguente

$$(30) \quad R^2 = \alpha \xi^4 + 4 \omega \xi^2 \eta^2 + \varpi \eta^4 + 4 p \xi^3 \eta + 2 q \xi^2 \eta^2 + 4 r \xi \eta^3 - k ;$$

dove α, ω, ζ hanno i valori significati nelle (23) n. 16; p, q, r stanno invece di tre trinomj, cioè

$$(31) \quad \begin{aligned} p &= x'' x' + y'' y' + z'' z' \\ q &= x'' x'' + y'' y'' + z'' z'' \\ r &= x' x'' + y' y'' + z' z'' ; \end{aligned}$$

trinomj che al n. 17 provammo essere funzioni delle sei quantità $\alpha, \varepsilon, \vartheta, \alpha, \zeta, \omega$ e loro derivate; e la k è posta in luogo di $s''(i)_0^2$, ossia è data dal seguente valore

$$(32) \quad \begin{aligned} \tau k &= \left\{ \frac{1}{2} \alpha' \xi^3 + \alpha, \xi^2 \eta + \left(\varepsilon_1 - \frac{1}{2} \vartheta' \right) \xi \eta^2 \right. \\ &\quad \left. + \left(\varepsilon' - \frac{1}{2} \alpha, \right) \xi^2 \eta + \vartheta' \xi \eta^2 + \frac{1}{2} \vartheta, \eta^3 \right\}^2 \end{aligned}$$

a trovare il quale bisogna aver occhio alle (24), (26) dei n. 16, 17.

I binomj (26) vengono così rispettivamente eguali alle espressioni

$$(33) \quad \begin{aligned} \sqrt{\tau} (x'' \xi^2 + 2x' \xi \eta + x'' \eta^2) - \frac{x' \xi + x, \eta}{\sqrt{\tau}} \sqrt{k} \\ \sqrt{\tau} (y'' \xi^2 + 2y' \xi \eta + y'' \eta^2) - \frac{y' \xi + y, \eta}{\sqrt{\tau}} \sqrt{k} \\ \sqrt{\tau} (z'' \xi^2 + 2z' \xi \eta + z'' \eta^2) - \frac{z' \xi + z, \eta}{\sqrt{\tau}} \sqrt{k} \end{aligned}$$

colle quali e con quella del radicale R data nella (29) potremo formarci i valori di quei tre coseni che fissano la direzione del summentovato raggio osculatore.

Se poi ve ne sono due di tali raggi osculatori, corrispondenti entrambi al punto (x, y, z) , ma relativi a due diverse curve, per l'una delle quali le ξ, η siano ξ_1, η_1 e per l'altra ξ_2, η_2 interessa di trovare il coseno dell'angolo fatto da essi raggi. E vi ci si giunge col mezzo delle espressioni già ottenute: solo è da avvertire che bisogna scrivere $\tau_1, \tau_2, K_1, K_2, R_1, R_2$ in luogo delle quantità che si hanno dalle (24), (30), (32) quando in esse le ξ, η prendono al piede l'indice 1, o 2.

Così quel coseno dell'angolo compreso dai due raggi osculatori sarà una frazione che avrà per numeratore l'espressione

$$(34) \quad \begin{aligned} &\left\{ \tau_1 (x'' \xi_1^2 + 2x' \xi_1 \eta_1 + x'' \eta_1^2) - (x' \xi_1 + x, \eta_1) \sqrt{k_1} \right\} \\ &\left\{ \tau_2 (x'' \xi_2^2 + 2x' \xi_2 \eta_2 + x'' \eta_2^2) - (x' \xi_2 + x, \eta_2) \sqrt{k_2} \right\} \\ &+ \left\{ \tau_1 (y'' \xi_1^2 + 2y' \xi_1 \eta_1 + y'' \eta_1^2) - (y' \xi_1 + y, \eta_1) \sqrt{k_1} \right\} \\ &\left\{ \tau_2 (y'' \xi_2^2 + 2y' \xi_2 \eta_2 + y'' \eta_2^2) - (y' \xi_2 + y, \eta_2) \sqrt{k_2} \right\} \\ &+ \left\{ \tau_1 (z'' \xi_1^2 + 2z' \xi_1 \eta_1 + z'' \eta_1^2) - (z' \xi_1 + z, \eta_1) \sqrt{k_1} \right\} \\ &\left\{ \tau_2 (z'' \xi_2^2 + 2z' \xi_2 \eta_2 + z'' \eta_2^2) - (z' \xi_2 + z, \eta_2) \sqrt{k_2} \right\} \end{aligned}$$

e per denominatore la quantità $\tau_1 \tau_2 \sqrt{R_1 R_2}$.

Che il detto denominatore, oltre le quattro quantità arbitrarie $\xi_1, \eta_1, \xi_2, \eta_2$ legate da due equazioni come la (4), non contenga se non le sei quantità $\alpha, \varepsilon, \vartheta, x, \zeta, \omega$ e loro derivate, è cosa che si rende manifesta osservando le equazioni (24), (30), (32) e richiamando ciò che si è detto della (31). Ma vorrebbe provare la stessa proprietà anche di tutta l'espressione (34) che costituisce il numeratore. A tale effetto osserveremo che svolgendo l'espressione (34) essa prende la forma

$$(35) \quad A\tau_1\tau_2 - B\tau_1\sqrt{k_2} - C\tau_2\sqrt{k_1} + D\sqrt{k_1k_2}$$

risultando a operazioni terminate

$$(36) \quad \begin{aligned} A &= \alpha\xi_1^2\xi_2^2 + 4\omega\xi_1\eta_1\xi_2^2\eta_2 + \zeta\eta_1^2\eta_2^2 \\ &\quad + 2p\xi_1\xi_2(\xi_1\eta_2 + \xi_2\eta_1) + q(\xi_1^2\eta_2^2 + \xi_2^2\eta_1^2) + 2r\eta_1\eta_2(\xi_1\eta_2 + \xi_2\eta_1) \\ B &= \frac{1}{2}\alpha'\xi_1^2\xi_2 + \left(\varepsilon' - \frac{1}{2}\alpha_1\right)\xi_1^2\eta_2 + \alpha_1\xi_1\eta_1\xi_2 \\ &\quad + \vartheta'\xi_1\eta_1\eta_2 + \left(\varepsilon_1 - \frac{1}{2}\vartheta'\right)\eta_1^2\xi_2 + \frac{1}{2}\vartheta_1\eta_1^2\eta_2 \\ C &= \frac{1}{2}\alpha'\xi_1\xi_2^2 + \left(\varepsilon' - \frac{1}{2}\alpha_1\right)\eta_1\xi_2^2 + \alpha_1\xi_1\xi_2\eta_2 \\ &\quad + \vartheta'\eta_1\xi_2\eta_2 + \left(\varepsilon_1 - \frac{1}{2}\vartheta'\right)\xi_1\eta_2^2 + \frac{1}{2}\vartheta_1\eta_1\eta_2^2 \\ D &= \alpha\xi_1\xi_2 + \varepsilon(\xi_1\eta_2 + \xi_2\eta_1) + \vartheta\eta_1\eta_2 \end{aligned}$$

dopo di che, se ben si considera, la dimostrazione è compiuta.

La proprietà di cui qui si parla sta, come si disse, in generale colle $\xi_1, \eta_1, \xi_2, \eta_2$ qualunque: ma si fa più manifesta nel caso particolare delle due curve per le quali sono $\xi_1 = 1, \eta_1 = 0; \xi_2 = 0, \eta_2 = 1$, giusta le spiegazioni date al principio del presente Capo. In tale supposizione abbiamo dalle equazioni (24), (32), (30), $\tau_1 = \alpha; \tau_2 = \vartheta; \sqrt{k_1} = \frac{1}{2}\frac{\alpha'}{\sqrt{\alpha}}; \sqrt{k_2} = \frac{1}{2}\frac{\vartheta'}{\sqrt{\vartheta}}$

$$R_1 = x - \frac{\alpha^2}{4\alpha}; \quad R_2 = \zeta - \frac{\vartheta^2}{4\vartheta}.$$

Quindi per la formola (25) la grandezza dei due raggi osculatori è data rispettivamente dai due valori

$$(37) \quad \sqrt{x - \frac{\alpha^2}{4\alpha}}; \quad \sqrt{\zeta - \frac{\vartheta^2}{4\vartheta}}$$

e il coseno dell'angolo da essi compreso, in conseguenza delle espressioni (34), (35), (36), risulta eguale alla frazione

$$(38) \quad \frac{4q(\alpha\beta)^{\frac{3}{2}} - \alpha^{\frac{3}{2}}(2\varepsilon' - \alpha)\beta - \beta^{\frac{3}{2}}(2\varepsilon' - \beta')\alpha' + \varepsilon\alpha'\beta}{\alpha\beta\sqrt{4\alpha\alpha - \alpha'^2} \sqrt{4\beta\beta - \beta'^2}} .$$

La dipendenza di questi ultimi tre valori dalle sole sei quantità più volte ricordate è visibile, avvertendo che la q è quel trinomio di mezzo fra i segnati (31), pei quali la stessa proprietà è provata a parte (*). Ci persuaderemo nel Capo seguente l'utilità di queste conclusioni.

25. Presentemente ci proponiamo di estendere anche ai sistemi a tre dimensioni la teoria esposta nei precedenti numeri di questo Capo, escluso l'ultimo perchè l'analisi relativa non fa bisogno.

Per tal sorta di sistemi le coordinate x, y, z di una molecola qualunque nello stato reale debbono considerarsi (n. 3 m. p.) funzioni

$$(39) \quad x = x(a, b, c) ; \quad y = y(a, b, c) ; \quad z = z(a, b, c)$$

delle coordinate a, b, c della stessa molecola nella precedente distribuzione immaginata a fondamento di queste ricerche. Se cercasi la curva dove per entro alla massa nello stato reale si collocano le molecole dapprima distribuite in una retta parallela all'asse delle a , non avremo che ad eliminare la a fra le poc' anzi scritte equazioni (39), ritenendovi b, c parametri costanti. Così ne elimineremo la b , o la c se vorremo le equazioni delle curve reali per le due fila di molecole antecedentemente esistenti in una retta parallela all'asse delle b o all'asse delle c .

S'immagini pel punto (a, b, c) nello stato precedente tirata una retta qualunque, la quale faccia coi tre assi angoli di coseni ξ, η, ζ , fra i quali sta l'equazione

$$(40) \quad \xi^2 + \eta^2 + \zeta^2 = 1 ;$$

prendasi in quella retta alla distanza i dal punto (a, b, c) un altro punto di coordinate

$$a + f, \quad b + g, \quad c + h ; \quad \text{ovvero} \quad a + i\xi, \quad b + i\eta, \quad c + i\zeta$$

(*) Vedi la Nota in appendice. *B.*

essendo, in corrispondenza colle equazioni (3),

$$(41) \quad f = i\xi \ ; \ g = i\eta \ ; \ h = i\zeta \ .$$

Le coordinate di un tal punto nello stato reale saranno espresse per mezzo delle equazioni

$$(42) \quad \begin{aligned} x_r &= x(a + i\xi \ , \ b + i\eta \ , \ c + i\zeta) \\ y_r &= y(a + i\xi \ , \ b + i\eta \ , \ c + i\zeta) \\ z_r &= z(a + i\xi \ , \ b + i\eta \ , \ c + i\zeta) \end{aligned}$$

le quali stanno a riscontro delle (5); e supponendovi variabile la i , e quindi eliminata fra esse, avremo le equazioni della curva dove nello stato reale saranno collocate le molecole che nel precedente si trovavano sull'ideata retta. In siffatte equazioni figurano come parametri costanti tanto le a, b, c quanto le ξ, η, ζ . Di queste seconde, due qualunque (e dico due a motivo dell'equazione (40)) possono tenersi indeterminate a nostro piacimento, e possono anche supporre funzioni arbitrarie delle a, b, c , funzioni che cambiate in infiniti modi daranno quanto si vogliono rette tutte passanti pel punto (a, b, c) . Le corrispondenti curve dello stato reale passeranno tutte pel punto (x, y, z) e se ne avranno le equazioni al modo sopra indicato. Alle tre ipotesi di

$$(43) \quad \xi = 1 \ , \ \eta = 0 \ , \ \zeta = 0 \ ; \ \xi = 0 \ , \ \eta = 1 \ , \ \zeta = 0 \ ; \ \xi = 0 \ , \ \eta = 0 \ , \ \zeta = 1$$

corrispondono le tre particolari curve delle quali si è fatta parola al principio di questo numero.

Le due funzioni di a, b, c che dicemmo rimanere arbitrarie riguardo a due dei tre coseni ξ, η, ζ , le determineremo alla seguente maniera.

La distanza nello stato reale di due molecole, che nella distribuzione precedente aveano rispettivamente le coordinate

$$a, b, c \ ; \ a + f \ , \ b + g \ ; \ c + h$$

l'abbiamo segnata con ρ , ed espressa mediante l'equazione (12) n. 73 m. p. Qui avvertiremo che a motivo dei valori (41) quella espressione prende la forma

$$(44) \quad \begin{aligned} \rho^2 &= i^2(t_1\xi^2 + t_2\eta^2 + t_3\zeta^2 + 2t_4\xi\eta + 2t_5\xi\zeta + 2t_6\eta\zeta) \\ &+ i^3k + \text{ec.} \end{aligned}$$

i valori de' sei trinonij $t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6$ furono scritti nelle equazioni (6) n. 34 m. p.: gioverà ripeterli adesso scrivendo

$$(45) \quad \begin{aligned} t_1 &= x'^2 + y'^2 + z'^2 & ; & \quad t_4 = x'x_i + y'y_i + z'z_i \\ t_2 &= x_i^2 + y_i^2 + z_i^2 & ; & \quad t_5 = x'\dot{x} + y'\dot{y} + z'\dot{z} \\ t_3 &= \dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2 & ; & \quad t_6 = \dot{x}x_i + \dot{y}y_i + \dot{z}z_i \end{aligned}$$

ove si vedono indicate cogli apici in alto le derivate per a , cogli apici abbasso quelle per b , e coi punti quelle per c , giacchè l' esprimere queste terze derivate con apici precedenti genera alcune volte confusione.

Supporremo nella (44) la distanza i sommamente piccola, quale conviene che sia se per essa s'intende la distanza tra la molecola (a, b, c) e la immediatamente prossima, dapprima secondo la traccia di una di quelle rette, poi secondo la traccia di una di quelle curve. Allora, per ragioni già addotte, nella (44) il valore di ρ^2 sarà sensibilmente tutto raccolto nella qualità che ha i^2 per coefficiente. Ciò si avvererà sempre, qualunque sia la molecola che s'immagina messa in coppia colla (a, b, c) seguendo le diverse infinite direzioni rese possibili dal variare dei coseni ξ, η, ζ . Ma anche fra tali piccolissime distanze ρ dello stato reale, vi sarà un più e un meno proveniente dalla grandezza del coefficiente di i^2 nella (44). Determineremo pertanto i coseni ξ, η, ζ per modo che il sestinomio coefficiente di i^2 nella (44) raggiunga un valor massimo o minimo, compatibilmente coll'equazione di condizione (40). Questa operazione ci fornirà tre terne di valori da darsi ai coseni ξ, η, ζ : quindi verranno assegnate tre rette nello stato precedente, le cui molecole trasportate allo stato reale, si saranno collocate in tre differenti curve, che chiameremo della massima e minima condensazione.

26. La parte analitica del problema consiste nel cercare, giusta il metodo noto, i valori di ξ, η, ζ che rendono massima o minima la quantità

$$\begin{aligned} & t_1 \xi^2 + t_2 \eta^2 + t_3 \zeta^2 + 2t_4 \xi\eta + 2t_5 \xi\zeta + 2t_6 \eta\zeta \\ & + \lambda(1 - \xi^2 - \eta^2 - \zeta^2) \end{aligned}$$

considerando ξ, η, ζ fra di loro indipendenti, e λ un coefficiente indeterminato.

Si ottengono per tal modo le tre equazioni

$$(46) \quad \begin{aligned} \xi t_1 + \eta t_4 + \zeta t_5 &= \lambda \xi \\ \xi t_4 + \eta t_2 + \zeta t_6 &= \lambda \eta \\ \xi t_5 + \eta t_6 + \zeta t_3 &= \lambda \zeta . \end{aligned}$$

Divise queste per una delle tre incognite, ver. gr. per ζ , ed eliminati fra esse i due rapporti $\frac{\xi}{\zeta}$, $\frac{\eta}{\zeta}$, si arriva ad una equazione di terzo grado in λ , cioè alla

$$(47) \quad \lambda^3 - (t_1 + t_2 + t_3)\lambda^2 + (t_1 t_2 + t_1 t_3 + t_2 t_3 - t_4^2 - t_5^2 - t_6^2)\lambda - (t_1 t_2 t_3 + 2t_4 t_5 t_6 - t_1 t_6^2 - t_2 t_5^2 - t_3 t_4^2) = 0.$$

Più volte in meccanica occorre un'equazione di terzo grado della forma ora trovata, e noi già l'incontrammo al n. 57 m. p. Sappiamo di una tale equazione (e lo dicemmo in quel luogo) che tutte tre le sue radici sono reali: qui però c'è qualch'altra osservazione curiosa da fare. Richiamando la formola (34) n. 67 m. p. vediamo che l'ultima parte negativa della equazione (47), quella che non è moltiplicata per l'incognita λ , equivale all'unità divisa pel quadrato della densità del corpo nel punto (x, y, z) . Veduto anche quanto colà soggiungemmo per le densità degli altri sistemi, riconosciamo che il coefficiente di λ è la somma di tre frazioni che hanno per numeratore l'unità, e per denominatori i quadrati di tre densità superficiali, la prima per la superficie la cui equazione risulta dalle (39) eliminandone le a, b e tenendovi parametro costante la c ; la seconda per la superficie che si ottiene similmente fatte variabili le a, c , e costante la b ; la terza per la superficie colle variabili b, c , e colla costante a . Il coefficiente poi di λ^2 nella (47) è la somma di tre frazioni che hanno per numeratore l'unità e per denominatori i quadrati di tre densità lineari per le tre curve indicate nel numero precedente, per le quali i tre coseni hanno i valori particolari (43). Anche tutte queste ultime sei densità s'intendono ridotte al punto (x, y, z) .

27. I valori dei tre coseni ξ, η, ζ si ricavano combinando due delle equazioni (46) colla (40): di qui tre combinazioni che conducono a tre maniere di espressione apparentemente diverse, ma che possono tutte ridursi ad una medesima. A stendere senza incomodo questo tratto d'analisi giova stabilire le sei denominazioni

$$(48) \quad \begin{aligned} G &= \lambda^2 - (t_2 + t_3)\lambda + t_2 t_3 - t_6^2 \\ O &= \lambda^2 - (t_1 + t_3)\lambda + t_1 t_3 - t_5^2 \\ P &= \lambda^2 - (t_1 + t_2)\lambda + t_1 t_2 - t_4^2 \\ Q &= \lambda t_4 + t_5 t_6 - t_3 t_4 \\ R &= \lambda t_5 + t_3 t_6 - t_2 t_5 \\ S &= \lambda t_6 + t_4 t_5 - t_1 t_6; \end{aligned}$$

dove osserveremo che tutti i secondi membri terminano con binonij già venutici sott'occhio al n. 67 m. p., e che fanno bel giuoco anche altrove. Se prendiamo a due a due le equazioni (46) e le trattiamo col metodo con cui si risolvono le equazioni di primo grado a due incognite, otteniamo quest'altre

$$(49) \quad \begin{aligned} \frac{\xi}{G} &= \frac{\eta}{Q} = \frac{\zeta}{R} \\ \frac{\xi}{Q} &= \frac{\eta}{O} = \frac{\zeta}{S} \\ \frac{\xi}{R} &= \frac{\eta}{S} = \frac{\zeta}{P} . \end{aligned}$$

Di queste le prime due combinate colla (40) danno prontamente

$$(50) \quad \xi = \frac{G}{\sqrt{G^2+Q^2+R^2}} ; \quad \eta = \frac{Q}{\sqrt{G^2+Q^2+R^2}} ; \quad \zeta = \frac{R}{\sqrt{G^2+Q^2+R^2}} ;$$

ed è facile vedere le altre due maniere di espressione apparentemente diverse pei valori di ξ , η , ζ che si deducessero dalle seguenti equazioni (49) combinate similmente colla (40).

Ora usando le denominazioni (48) convien verificare pazientemente l'identità delle tre equazioni

$$(51) \quad Q^2 = GO ; \quad R^2 = GP ; \quad S^2 = OP$$

che tutte riconducono l'equazione di terzo grado (47). Per esempio, la prima, eseguite le moltiplicazioni, risulta apparentemente di quarto grado, ma si ritrova tutta divisibile per $\lambda - t_3$, dopo di che si ha l'equazione (47); così per le altre due dividendole per $\lambda - t_2$, $\lambda - t_1$.

Queste (51), moltiplicate fra loro, conducono, dopo estratta la radice quadrata, alla

$$(52) \quad QRS = GOP ;$$

per la quale si ricavano dalle (51) le altre tre

$$(53) \quad PQ = RS ; \quad OR = QS ; \quad GS = QR ;$$

per esempio, a trovare la prima si moltiplica la prima delle (51) per P , e si confronta il suo primo membro col primo membro della (52), dividendo per Q .

Giovandoci delle (51), i valori (50) si riducono prontamente ai seguenti

$$(54) \quad \xi = \sqrt{\frac{G}{G+O+P}} ; \quad \eta = \sqrt{\frac{O}{G+O+P}} ; \quad \zeta = \sqrt{\frac{P}{G+O+P}}$$

e questi sarebbero poi sempre risultati i medesimi anche quando invece delle equazioni (50) avessimo adoperate quelle altre due maniere di espressione che già dicemmo apparentemente diverse.

Mettendo nelle (54) in luogo di λ le tre radici $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ dell'equazione (47), ne dedurremo tre diversi sistemi di valori pei tre coseni, e li indicheremo per mezzo delle espressioni

$$(55) \quad \begin{aligned} \xi_1 &= \sqrt{\frac{G_1}{G_1+O_1+P_1}} ; \quad \gamma_1 = \sqrt{\frac{O_1}{G_1+O_1+P_1}} ; \quad \zeta_1 = \sqrt{\frac{P_1}{G_1+O_1+P_1}} \\ \xi_2 &= \sqrt{\frac{G_2}{G_2+O_2+P_2}} ; \quad \gamma_2 = \sqrt{\frac{O_2}{G_2+O_2+P_2}} ; \quad \zeta_2 = \sqrt{\frac{P_2}{G_2+O_2+P_2}} \\ \xi_3 &= \sqrt{\frac{G_3}{G_3+O_3+P_3}} ; \quad \gamma_3 = \sqrt{\frac{O_3}{G_3+O_3+P_3}} ; \quad \zeta_3 = \sqrt{\frac{P_3}{G_3+O_3+P_3}} ; \end{aligned}$$

questi poi servono alla fissazione delle tre curve di massima e minima condensazione, come meglio apparirà dal progresso.

28. Ha qui luogo una proprietà analoga alla già dimostrata nel n. 22. Se moltiplichiamo rispettivamente per ξ, γ, ζ le tre equazioni (46) e poi le sommiamo, troviamo a motivo della (40) l'equazione

$$(56) \quad \lambda = t_1 \xi^2 + t_2 \gamma^2 + t_3 \zeta^2 + 2t_4 \xi \gamma + 2t_5 \zeta \xi + 2t_6 \gamma \zeta$$

il cui secondo membro è lo stesso sestinomio coefficiente di i^2 nella (44) che ci siamo proposti a ridurre massimo o minimo; dunque le tre radici dell'equazione (47) sono a dirittura i tre valori del sestinomio già portato al massimo o al minimo nei tre casi, quali sarebbero risultati sostituendovi ogni volta i rispettivi valori (55) dei tre coseni. La notevole equazione (56) può anche verificarsi *a posteriori* sostituendovi i valori (54). In questa operazione, usando delle equazioni (51), si giunge alla

$$\lambda(G+O+P) = t_1 G + t_2 O + t_3 P + 2t_4 Q + 2t_5 R + 2t_6 S$$

la quale si riconosce identica col mettervi i valori (48).

29. Sussiste altresì in questo caso di un sistema a tre dimensioni altra proprietà notevolissima corrispondente alla dimostrata al n. 23 pei sistemi superficiali, cioè che le tangenti alle tre curve di massima o minima condensazione, tirate pel punto (x, y, z) , fanno fra di loro angoli retti, ossia costituiscono un vero sistema di tre assi ortogonali.

Per veder ciò conviene prendere dapprima la cosa più in generale, e supporre che i tre sistemi di coseni $\xi_1, \gamma_1, \zeta_1 ; \xi_2, \gamma_2, \zeta_2 ; \xi_3, \gamma_3, \zeta_3$ (dei quali

uno qualunque è indicato colle semplici lettere ξ, η, ζ) siano affatto arbitrarj, cioè non vincolati a soddisfare alle equazioni (46). Richiamato il principio geometrico scritto nelle equazioni (16), e fatta attenzione essere nel caso attuale le (42) che danno x_1, y_1, z_1 in funzione della quarta variabile i , riconosceremo facilmente che i tre coseni degli angoli fatti coi tre assi rettangolari dalla tangente ad una qualunque di quelle tre curve nel punto (x, y, z) , hanno valori espressi da frazioni i cui numeratori sono rispettivamente i trinomj

$$(57) \quad x'\xi + x_1\eta + \dot{x}\zeta ; y'\xi + y_1\eta + \dot{y}\zeta ; z'\xi + z_1\eta + \dot{z}\zeta$$

e il denominator comune è la radice quadrata della somma dei quadrati di questi trinomj. Una tal somma di quadrati, stanti le denominazioni (45), riproduce il sestinomio coefficiente di i^2 nella (44), sestinomio che designeremo con τ . Conchiuderemo pertanto che una di quelle tangenti farà coi tre assi rettangolari angoli di coseni

$$(58) \quad \alpha_1 = \frac{x'\xi_1 + x_1\eta_1 + \dot{x}\zeta_1}{\sqrt{\tau_1}} ; \beta_1 = \frac{y'\xi_1 + y_1\eta_1 + \dot{y}\zeta_1}{\sqrt{\tau_1}} ; \gamma_1 = \frac{z'\xi_1 + z_1\eta_1 + \dot{z}\zeta_1}{\sqrt{\tau_1}} ;$$

una seconda tangente tirata medesimamente pel punto (x, y, z) ad altra di quelle curve farà cogli stessi tre assi angoli di coseni

$$(59) \quad \alpha_2 = \frac{x'\xi_2 + x_1\eta_2 + \dot{x}\zeta_2}{\sqrt{\tau_2}} ; \beta_2 = \frac{y'\xi_2 + y_1\eta_2 + \dot{y}\zeta_2}{\sqrt{\tau_2}} ; \gamma_2 = \frac{z'\xi_2 + z_1\eta_2 + \dot{z}\zeta_2}{\sqrt{\tau_2}} ;$$

e la terza tangente alla terza curva angoli di coseni

$$(60) \quad \alpha_3 = \frac{x'\xi_3 + x_1\eta_3 + \dot{x}\zeta_3}{\sqrt{\tau_3}} ; \beta_3 = \frac{y'\xi_3 + y_1\eta_3 + \dot{y}\zeta_3}{\sqrt{\tau_3}} ; \gamma_3 = \frac{z'\xi_3 + z_1\eta_3 + \dot{z}\zeta_3}{\sqrt{\tau_3}} .$$

Queste frazioni (58), (59), (60) sono valori di coseni che fissano direzioni spettanti allo stato reale, mentre i nove coseni $\xi_1, \eta_1, \zeta_1, \xi_2$, ec. determinavano posizioni di rette tirate pel punto (a, b, c) nella solita supposizione di una distribuzione precedente ideale.

Se ora vogliamo conoscere il coseno dell'angolo compreso dalla retta dei coseni (58) e da quella dei coseni (59), sappiamo che potremo scriverne il valore per mezzo della frazione

$$(61) \quad \frac{\Gamma}{\sqrt{\tau_1 \tau_2}} .$$

stando la V in luogo della quantità che forma il secondo membro dell'equazione seguente

$$V = (x' \xi_1 + x_1 \eta_1 + \dot{x} \zeta_1) (x' \xi_2 + x_1 \eta_2 + \dot{x} \zeta_2) \\ + (y' \xi_1 + y_1 \eta_1 + \dot{y} \zeta_1) (y' \xi_2 + y_1 \eta_2 + \dot{y} \zeta_2) \\ + (z' \xi_1 + z_1 \eta_1 + \dot{z} \zeta_1) (z' \xi_2 + z_1 \eta_2 + \dot{z} \zeta_2),$$

e che, dopo eseguiti i prodotti e ricordate le denominazioni (45), può anche scriversi

$$(62) \quad V = \xi_1 \xi_2 t_1 + \eta_1 \eta_2 t_2 + \zeta_1 \zeta_2 t_3 + (\xi_1 \eta_2 + \eta_1 \xi_2) t_4 + (\xi_1 \zeta_2 + \zeta_1 \xi_2) t_5 \\ + (\eta_1 \zeta_2 + \zeta_1 \eta_2) t_6.$$

Nel caso particolare in cui le tre curve contemplate siano quelle della massima e minima condensazione, gioverà osservare in primo luogo che il precedente valore di V può mettersi tanto sotto la forma

$$(63) \quad V = \xi_1 (\xi_2 t_1 + \eta_2 t_4 + \zeta_2 t_5) + \eta_1 (\xi_2 t_4 + \eta_2 t_2 + \zeta_2 t_6) + \zeta_1 (\xi_2 t_5 + \eta_2 t_6 + \zeta_2 t_3).$$

quanto sotto l'altra

$$(64) \quad V = \xi_2 (\xi_1 t_1 + \eta_1 t_4 + \zeta_1 t_5) + \eta_2 (\xi_1 t_4 + \eta_1 t_2 + \zeta_1 t_6) + \zeta_2 (\xi_1 t_5 + \eta_1 t_6 + \zeta_1 t_3).$$

Poſcia noteremo che i trinomj fra parentesi nella (63), in forza delle equazioni (46) che sussistono per tutti e tre i sistemi dei coseni (55), hanno rispettivamente i valori $\lambda_2 \xi_2$, $\lambda_2 \eta_2$, $\lambda_2 \zeta_2$, talchè la (63) può mutarsi nella

$$(65) \quad V = \lambda_2 (\xi_1 \xi_2 + \eta_1 \eta_2 + \zeta_1 \zeta_2).$$

Similmente i trinomj fra parentesi nella (64), per le stesse equazioni (46), hanno rispettivamente i valori $\lambda_1 \xi_1$, $\lambda_1 \eta_1$, $\lambda_1 \zeta_1$, e ne risulta per V quest'altra espressione

$$(66) \quad V = \lambda_1 (\xi_1 \xi_2 + \eta_1 \eta_2 + \zeta_1 \zeta_2).$$

Pertanto una stessa quantità V (equazioni (65), (66)) sarebbe eguale a due quantità di diverso valore, giacchè sono diverse, generalmente parlando, le due radici λ_1 , λ_2 , e il secondo fattor trinomiale è il medesimo in ambe le espressioni. Ciò non potendo essere, viene di necessità che un tal fattore trinomiale sia zero, e quindi zero la stessa V .

Allo stesso modo, combinando i coseni (58) coi (60), e i coseni (59) coi (60), si provano zero i coseni cogli angoli formati dalla prima e terza, e dalla seconda

e terza tangente: quindi tutti questi angoli sono retti, come ci eravamo proposti a dimostrare.

La precedente dimostrazione prova altresì che le tre rette passanti pel punto (a, b, c) nello stato antecedente (le cui molecole si misero poi nello stato reale sulle linee di massima e minima condensazione relativamente al punto (x, y, z)) formavano anch'esse fra di loro angoli retti. Infatti, oltre le tre equazioni

$$(67) \quad \xi_1^2 + \eta_1^2 + \zeta_1^2 = 1 \quad ; \quad \xi_2^2 + \eta_2^2 + \zeta_2^2 = 1 \quad ; \quad \xi_3^2 + \eta_3^2 + \zeta_3^2 = 1$$

tutte vere per effetto della (40), hanno luogo, come ultimamente abbiamo potuto persuaderci, anche le altre tre

$$(68) \quad \xi_1 \xi_2 + \eta_1 \eta_2 + \zeta_1 \zeta_2 = 0 \quad ; \quad \xi_1 \xi_3 + \eta_1 \eta_3 + \zeta_1 \zeta_3 = 0 \quad ; \quad \xi_2 \xi_3 + \eta_2 \eta_3 + \zeta_2 \zeta_3 = 0 \quad ;$$

e la simultanea sussistenza di queste ultime sei equazioni prova l'ortogonalità delle tre rette: il che è notissimo.

CAPO V.

Assegnamento delle quantità fatte variare dalle forze interne dei sistemi, e idee più adeguate intorno a tali forze.

30. Il concetto che Lagrange voleva ci formassimo delle forze, e che esponemmo nel prologo, è più generale di quello universalmente ammesso. S'intende facilmente da tutti essere la forza una causa che mediante la sua azione altera la grandezza di certe quantità. Nel caso più ovvio, avvicinando un corpo o un punto materiale ad un altro, cambia distanze, ossia fa variare lunghezze di linee rette: ma può invece far variare un angolo, una densità, ec. In questi altri casi il modo di agire delle forze ci riesce oscuro, mentre ci par chiaro nel primo: ma forse la ragione di ciò è estrinseca alla natura delle forze. Per verità anche in quel primo caso non si capisce come faccia la forza a infondere la sua azione nel corpo sì da diminuirne od accrescerne la distanza da un altro corpo: nondimeno noi vediamo continuamente il fatto: l'osservazione giornaliera sopisce in noi la voglia di cercarne più in là. Se però sottilmente esaminando si trova che qui pure il modo di agire delle forze è misterioso, nessuna meraviglia ch'esso ci appaja oscuro negli altri casi. Voler ridurre in ogni caso l'azione delle forze a quella che diminuisce una distanza, è impiccolire un concetto più

vasto, è un non voler riconoscere che una classe particolare di forze. Generalmente parlando, a qual punto possono essere spinte le nostre cognizioni intorno alle cause che sottoponiamo a misura? forse a comprenderne l'intima natura, e il vero modo con cui agiscono? mainò. Scriveva Newton: *Caveat lector ne per hujusmodi voces cogitet ne speciem vel modum actionis causamve aut rationem physicam alieubi definire, vel centris (quæ sunt puncta mathematica) vires vere et physice tribuere, si forte aut centra trahere, aut vires centrorum esse direro* (Princ. Math. I., 1.º, Def. VIII in fine). Radunato tutto quanto vi è d'incognito nella unità di misura della stessa specie, noi diciamo di conoscere la quantità, lorchè possiamo assegnarne i rapporti colla detta unità assunta originariamente arbitraria. Ora eziandio quando si concepiscono le forze alla maniera più generale di Lagrange, cioè siccome cause che fanno variare quantità talvolta diverse dalle linee, concorrono i dati necessari a poter dire che sappiamo misurarle: si ha tutto ciò che ragionevolmente ci è lecito di pretendere: se pare che ci manchi l'immagine con che rivestirne il concetto, è perchè vogliamo colorirla come nel caso particolare delle forze che agiscono lungo le rette: un fondo incognito rimane sempre tanto in questi casi più generali, come in quello sì comune.

Per ajutare questa convinzione facciamo due considerazioni sull'andamento del metodo lagrangiano. In esso si dice: se f, φ, ψ , ec. sono quantità che le forze tendono a far variare, debbono introdursi nell'equazione generale meccanica i termini $\lambda \delta f, \mu \delta \varphi, \nu \delta \psi$, ec., e i coefficienti λ, μ, ν , ec. significheranno e misureranno quelle forze. Si capisce un cotal poco la ragionevolezza di questa asserzione, giacchè supposto che quelle forze non vi fossero, quei termini non comparirebbero, ossia le λ, μ, ν , ec. sarebbero zero: provato adunque che essi termini debbano comparirvi, e a qual modo, s'intravede che quei coefficienti debbono in qualche maniera comprendere l'espressione delle forze (vedi anche il già detto nella prima parte del n. 56 m. p.). Ma la considerazione più atta a persuaderci di ciò è che tali coefficienti λ, μ, ν, \dots entrano nella equazione generale della Meccanica in dimensione lineare: dal che deriva che possiamo averne i multipli e semimultipli, posta a base dei rapporti una di esse forze arbitrariamente.

Infatti, se si trattasse di una forza che obbliga un punto del corpo a stare sopra una superficie di equazione $L = 0$, sappiamo indipendentemente dal principio discusso in questa Memoria, che nell'equazione generale entra il termine $\lambda \delta L$, e che λ è proporzionale alla pressione, la quale in tal caso è una forza che agisce lungo una retta. La λ , entrando linearmente, si raddoppia, si triplica, ec., ovvero diventa la metà, il terzo, ec., se tutti gli altri termini dell'equazione sono moltiplicati per 2, 3, ec., ovvero per $\frac{1}{2}, \frac{1}{3}$, ec. Ebbene:

la cosa procede allo stesso modo anche quando λ è un fattore introdotto in forza del principio esposto nella M. A. al § 1.^o, Sez. II. Di qui può spiegarsi in qualche guisa quello che Lagrange ha voluto intendere, allorchè nel luogo citato appoggiò il suo nuovo principio col dire che una quantità qualunque può essere rappresentata per una linea: forse così si espresse perchè la misura delle forze si ottiene egualmente tanto adottando il senso più ampio di cui si è detto, quanto nell'accettazione comune di una forza che agisce lungo una linea. Del resto il nostro Autore si è provato (art. 5, Sez. IV) a ridurre in ogni caso il concetto di una forza a quello di pressioni lungo rette perpendicolari a superficie: e a sole forze agenti linearmente riescono anche le nostre considerazioni sulle azioni molecolari esposte nel Capo VI m. p., e nel Capo III della Memoria presente. Io però non cesso di reputare bellissime e assai utili le viste che il nostro Autore ci apersè collo stabilire il principio difeso in questa Memoria. Sia pure che restasse qualche cosa a fare per riconoscere quali e quante dovevano essere le funzioni da adoperarsi onde applicare con sicurezza il principio anzidetto: ciò nulla toglie al merito di aver allargate le nostre idee intorno alle forze.

E torna qui opportuno osservare un'analogia coll'andamento che si tiene per la misura di alcune quantità proprie della fisica matematica. Chiamata, per esempio, unità di calore la quantità di quella causa, qualunque essa sia, che produce un fenomeno determinato, qual'è la fusione di una nota quantità di ghiaccio: diciamo doppia, tripla, ec., la quantità di calore che produce il fenomeno doppio, o triplo, cioè lo scioglimento di una doppia, tripla quantità di ghiaccio. Ma ci formiamo noi una immagine del modo col quale quella unità di calore produce il fenomeno unitario? Io credo di no: e quantunque tentassimo formarcela, certo non sarebbe l'accorcimento di una retta. Similmente nel caso nostro il fenomeno che raccoglie l'effetto della forza, invece del sopradetto, è il restringersi di un angolo, il costiparsi di una densità, ec.: l'ignoranza sul modo d'agire della causa non toglie il poterla misurare.

31. Qui almeno mi obbietterà. — Quand' anche ci adattassimo ad ammettere queste forze che agiscono per far variare quantità che non sono linee, vorremmo almeno che queste quantità sostenessero la rappresentazione di cose conosciute: voi invece ci presentate tali forze siccome quelle che fanno variare i tre trinomj α, β, γ pei sistemi lineari (equazioni (6) n. 13): i sei trinomj $\alpha, \varepsilon, \vartheta, \kappa, \zeta, \omega$ pei sistemi superficiali (equazioni (23) num. 46), e i sei $t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6$, pei sistemi a tre dimensioni (equazioni (45) n. 25); ora tutti que' trinomj sono quantità puramente analitiche, alle quali non si sa qual significato attribuire: se non abbiamo un'immagine neanche per quelle quantità che subiscono l'effetto delle forze, si fa sempre più bujo il concetto

che ci vorreste insinuare. — Rispondo: la domanda è giusta, e a soddisfarvi vale il seguito di questo Capo, ove mostrerò che invece di que' trinomj si possono assumere quantità rivestite di una rappresentazione geometrica e qualche volta anche fisica.

Incominciando dai sistemi lineari, osservo che invece del trinomio

$$(1) \quad \frac{1}{2} \lambda \delta \alpha + \frac{1}{2} \mu \delta \beta + \frac{1}{2} \nu \delta \gamma \quad (\text{equazione (8) n. 7})$$

possiamo adottare quest' altro

$$(2) \quad p \delta f + q \delta \varphi + r \delta \psi$$

essendo f, φ, ψ tre funzioni delle α, β, γ , e delle loro derivate rispetto ad α di primo e second' ordine, come segue:

$$(3) \quad \begin{aligned} f &= f(\alpha, \beta, \gamma) \quad ; \quad \varphi = \varphi(\alpha, \beta, \gamma, \alpha', \beta', \gamma') \\ \psi &= \psi(\alpha, \beta, \gamma, \alpha', \beta', \gamma', \alpha'', \beta'', \gamma'') . \end{aligned}$$

Infatti il trinomio (2) sviluppato diventa

$$(4) \quad \begin{aligned} & p f'(\alpha) \delta \alpha + p f'(\beta) \delta \beta + p f'(\gamma) \delta \gamma \\ & + q \varphi'(\alpha) \delta \alpha + q \varphi'(\beta) \delta \beta + q \varphi'(\gamma) \delta \gamma \\ & + q \varphi'(\alpha') \delta \alpha' + q \varphi'(\beta') \delta \beta' + q \varphi'(\gamma') \delta \gamma' \\ & + r \psi'(\alpha) \delta \alpha + r \psi'(\beta) \delta \beta + r \psi'(\gamma) \delta \gamma \\ & + r \psi'(\alpha') \delta \alpha' + r \psi'(\beta') \delta \beta' + r \psi'(\gamma') \delta \gamma' \\ & + r \psi'(\alpha'') \delta \alpha'' + r \psi'(\beta'') \delta \beta'' + r \psi'(\gamma'') \delta \gamma'' . \end{aligned}$$

Col solito metodo di trasformazione proviamo essere identicamente

$$\begin{aligned} q \varphi'(\alpha') \delta \alpha' + q \varphi'(\beta') \delta \beta' + q \varphi'(\gamma') \delta \gamma' &= - [q \varphi'(\alpha')] \delta \alpha - [q \varphi'(\beta')] \delta \beta - [q \varphi'(\gamma')] \delta \gamma \\ &+ [q \varphi'(\alpha') \delta \alpha + q \varphi'(\beta') \delta \beta + q \varphi'(\gamma') \delta \gamma] . \end{aligned}$$

e affatto similmente si trasforma anche il trinomio

$$r \psi'(\alpha') \delta \alpha' + r \psi'(\beta') \delta \beta' + r \psi'(\gamma') \delta \gamma' .$$

Il trinomio poi $r \psi'(\alpha'') \delta \alpha'' + r \psi'(\beta'') \delta \beta'' + r \psi'(\gamma'') \delta \gamma''$

si trova identico colla quantità

$$\begin{aligned} & [r\psi'(\alpha'')]'' \delta\alpha + [r\psi'(\beta'')]'' \delta\beta + [r\psi'(\gamma'')]'' \delta\gamma \\ & - \{ [r\psi'(\alpha'')] \delta\alpha + [r\psi'(\beta'')] \delta\beta + [r\psi'(\gamma'')] \delta\gamma \}' \\ & + \{ r\psi'(\alpha'') \delta\alpha' + r\psi'(\beta'') \delta\beta' + r\psi'(\gamma'') \delta\gamma' \}' ; \end{aligned}$$

talechè ponendo

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \lambda &= pf'(\alpha) + q\varphi'(\alpha) + r\psi'(\alpha) - [q\varphi'(\alpha)']' - [r\psi'(\alpha)']' + [r\psi'(\alpha'')]'' \\ (5) \quad \frac{1}{2} \mu &= pf'(\beta) + q\varphi'(\beta) + r\psi'(\beta) - [q\varphi'(\beta)']' - [r\psi'(\beta)']' + [r\psi'(\beta'')]'' \\ \frac{1}{2} \nu &= pf'(\gamma) + q\varphi'(\gamma) + r\psi'(\gamma) - [q\varphi'(\gamma)']' - [r\psi'(\gamma)']' + [r\psi'(\gamma'')]'' \end{aligned}$$

tutta la quantità (4) si riduce alla forma

$$(6) \quad \frac{1}{2} \lambda \delta\alpha + \frac{1}{2} \mu \delta\beta + \frac{1}{2} \nu \delta\gamma + \Delta' ;$$

essendo Δ' una derivata esatta relativamente alla α : è facile assegnare la quantità equivalente alla Δ , ma per le considerazioni attuali non ci fa bisogno.

Introdotta la quantità (6) invece del trinomio (2) nella equazione meccanica sotto il segno integrale, l'ultimo termine Δ' fornisce una parte che si versa ai limiti, ma nulla influisce sulle equazioni generali che si riferiscono a tutti i punti del sistema. Sotto quel segno integrale rimane un trinomio della stessa forma del trinomio (1), ove $\frac{1}{2} \lambda$, $\frac{1}{2} \mu$, $\frac{1}{2} \nu$ hanno i valori (5).

Adunque la sostituzione del trinomio (2) al trinomio (1) può ammettersi, purchè le funzioni f , φ , ψ siano fatte come si è esposto nelle (3): allora si ha il vantaggio che le dette funzioni f , φ , ψ possono essere di quelle a cui sappiamo attribuire una rappresentazione geometrica o fisica.

Passiamo a vedere che appunto la proprietà scritta per mezzo delle (3) si verifica nelle tre funzioni f , φ , ψ assunte da Lagrange ed altri autori siccome quelle che sono fatte variare dalle tre forze interne de' sistemi lineari denominate tensione, elasticità e torsione.

Lagrange nella Sez. V della M. A., Parte I, art. 31, introduce la tensione quale forza che tende a diminuire le grandezza s' dell'elemento dell'arco della curva. Ora $s' = \sqrt{x'^2 + y'^2 + z'^2} = \sqrt{\alpha}$; dunque in questo caso attribuendo alla tensione il primo termine del trinomio (2), abbiamo

$$(7) \quad f = \sqrt{\alpha} ;$$

ed è questa la forma della funzione $f(\alpha, \beta, \gamma)$ che lasciammo indeterminata nella prima delle (3).

Al n. 46 della Sezione suddetta il nostro Autore introduce la seconda forza interna nominata elasticità, che dice esercitarsi a far variare l'angolo e di contingenza, ossia la funzione

$$(8) \quad e = \frac{1}{s'} \sqrt{x''^2 + y''^2 + z''^2 - s'^2}.$$

Ora, secondo le nostre denominazioni, il trinomio $x''^2 + y''^2 + z''^2$ è la β ; ed essendo $s' = \sqrt{\alpha}$, abbiamo derivando, $s'' = \frac{\alpha'}{2\sqrt{\alpha}}$. Pertanto, chiamata φ la precedente funzione esprimente l'angolo di contingenza, essa dopo le sostituzioni assume la forma

$$(9) \quad \varphi = \frac{1}{2\alpha} \sqrt{4\alpha\beta - \alpha'^2};$$

ed è questa la seconda delle (3) presentemente determinata. Più difficile riesce a dimostrare la proprietà caratteristica del ridursi ad una funzione delle α, β, γ e loro derivate, nella terza quantità ψ esprimente l'angolo di torsione che i signori Binet e Bordoni presero per la funzione fatta variare dalla terza delle suddette forze interne. I citati autori trovarono (vedi Tom. XIX degli Atti della Società Italiana pag. 1) che la ψ ha l'espressione

$$(10) \quad \psi = s' \frac{(y'z'' - z'y'')x''' + (z'x'' - x'z'')y''' + (x'y'' - y'x'')z'''}{(x'y'' - y'x'')^2 + (z'x'' - x'z'')^2 + (y'z'' - z'y'')^2};$$

e sarebbe assai lungo mostrarla composta come è indicato nella terza delle (3), se non avessimo già eseguito al n. 14 un calcolo sulla quantità colà denominata D , del quale possiamo qui approfittare. Osservisi quel valore di D scritto ivi nella equazione (13), e si vedrà a colpo d'occhio che si può anche scrivere senza alterazione

$$D = (y'z'' - z'y'')x''' + (z'x'' - x'z'')y''' + (x'y'' - y'x'')z''',$$

ciò non importando che un diverso ordinamento di termini. Sotto tal forma compare eguale al numeratore nel secondo membro della (10): e posto mente che il denominatore nella stessa (10) per nota trasformazione (equazione (30) n. 67 m. p.) eguaglia

$$(x'^2 + y'^2 + z'^2)(x''^2 + y''^2 + z''^2) - (x'x'' + y'y'' + z'z'')^2$$

ossia $\alpha\beta - \frac{1}{4}\alpha'^2$: richiamata l'equazione (20) n. 14 troveremo

$$(11) \quad \psi = \frac{2\sqrt{\alpha}}{4\alpha\beta - \alpha'^2} \sqrt{4\alpha\beta\gamma + \alpha\beta'(\alpha' - 2\beta) - \alpha\beta'^2 - \beta(\alpha' - 2\beta)^2 - \gamma\alpha'^2} :$$

espressione ove si vede assegnata l'ultima delle funzioni (3). Il sig. Bordoni ci ha insegnato (vedi luogo succitato) a determinare le tre forze interne dei sistemi lineari qui designate nel trinomio (2) per mezzo delle lettere p, q, r . Colle sue espressioni, con quelle superiormente scritte nelle (7), (9), (11), e col sussidio delle equazioni (5), diventano assegnabili anche le λ, μ, ν . Se poi piacesse avere i trinomi α, β, γ espressi per le tre funzioni f, φ, ψ , la ricerca non sarebbe difficile cercando le inverse delle equazioni (7), (9), (11), e si otterrebbero

$$(12) \quad \begin{aligned} \alpha &= f^2 \\ \beta &= f^2\varphi^2 + f'^2 \\ \gamma &= f^2\varphi^2\psi^2 + (2\varphi f' + f\varphi')^2 + (f' - f\varphi^2)^2. \end{aligned}$$

Noteremo che non sempre si considerano nelle questioni relative ai sistemi lineari tutte e tre le forze interne p, q, r ; per esempio, nella teoria ordinaria delle corde vibranti non si ammette che la prima, sebbene ciò si faccia poco lodevolmente, come spero mostrare a suo luogo. Se manca alcuna delle p, q, r , mancano alcuni termini nei valori (5) delle λ, μ, ν , ma si conserva la forma del trinomio (1); viceversa introducendo alcuna di queste forze dapprima omissa, viene essa a portare nuovi termini nei valori delle anzidette λ, μ, ν . Aggiungeremo quest'altra osservazione. Invece di dire relativamente alla tensione essere una forza che agisce sull'elemento dell'arco, possiamo dire essere una forza che agisce sulla densità: infatti vedemmo (n. 11 equazione (16) m. p.) che la densità lineare è espressa da $\frac{1}{\sqrt{\alpha}}$. Potevamo quindi prendere per la prima delle (3), invece della (7), la $f = \frac{1}{\sqrt{\alpha}}$. Non sempre adunque le quantità che noi immaginiamo subire l'azione delle forze interne sono geometriche: possono ricevere anche una rappresentazione fisica.

32. Mi riuscì più laborioso lo estendere le stesse vedute anche ai sistemi superficiali, il trovare cioè sei quantità rivestite di una rappresentazione geometrica che le sei forze interne tendano a far variare, e che (come dicemmo più sopra pel caso analogo de' sistemi lineari) possano essere sostituite a' sei trinomi $\alpha, \varepsilon, \zeta, \kappa, \varsigma, \omega$, essendo funzioni di essi e delle loro derivate per a o per b . Ciò tanto più in quanto che questa materia è nuova, essendo assai incompleto tutto quello che se ne è detto finora; non è il caso come pe' sistemi

lineari, pei quali le tre forze di tensione, di elasticità e di torsione erano conosciute, e conosciute insieme le funzioni ch'esse tendono a far variare. Nondimeno, stanti le premesse che ci siamo preparate nel Capo precedente, si può conseguire pienamente l'intento, si possono cioè assegnare le sei quantità geometriche domandate.

Richiamiamo quanto si è detto al n. 23, e delle infinite curve che possiamo intendere tracciate sulla superficie e passanti pel punto (x, y, z) , ove vengono a collocarsi nello stato reale le molecole che dapprima erano in tante linee rette, consideriamone due, alle quali corrispondano i coseni ξ_1, η_1 per l'una, e ξ_2, η_2 per l'altra: coseni che uno per coppia si ritengono arbitrarii. Vedemmo (n. 24, equazione (24)) che i quadrati degli elementi dei due archi delle curve a partire dal punto (x, y, z) sono

$$(13) \quad \tau_1 = \alpha \xi_1^2 + 2\varepsilon \xi_1 \eta_1 + \vartheta \eta_1^2 ; \quad \tau_2 = \alpha \xi_2^2 + 2\varepsilon \xi_2 \eta_2 + \vartheta \eta_2^2$$

e che il coseno dell'angolo compreso dalle loro tangenti concorrenti in quel punto comune è (espressione (19) ivi)

$$(14) \quad \tau_3 = \frac{\alpha \xi_1 \xi_2 + \varepsilon (\xi_1 \eta_2 + \eta_1 \xi_2) + \vartheta \eta_1 \eta_2}{\sqrt{\tau_1 \tau_2}} .$$

Per le tre prime adunque delle sei forze interne possiamo intendere quelle che tendono a far variare gli elementi dei due archi suddetti e l'angolo piano compreso dalle loro tangenti, e invece della parte $\lambda \delta \alpha + \mu \delta \vartheta + \nu \delta \varepsilon$ del sestinomio scritto nel secondo membro della (40) n. 18 introdurre il trinomio $p \delta \tau_1 + q \delta \tau_2 + r \delta \tau_3$ essendo p, q, r le tre forze che tendono a far variare le tre quantità τ_1, τ_2, τ_3 . Infatti è facile, sostituendo alle variate $\delta \tau_1, \delta \tau_2, \delta \tau_3$ i valori desunti dalle (13), (14), senza toccare le arbitrarie $\xi_1, \eta_1, \xi_2, \eta_2$, ridurre il secondo trinomio alla forma del primo, e quindi dal confronto dei coefficienti di $\delta \alpha, \delta \vartheta, \delta \varepsilon$ dedurre le λ, μ, ν date per le p, q, r , e viceversa. Avverto però che sifatti valori di λ, μ, ν acquistano altri termini portati dalle altre tre forze interne, come qui appresso.

Le tre funzioni τ_1, τ_2, τ_3 che queste tre prime forze p, q, r tendono a far variare diventano assai semplici funzioni di $\alpha, \vartheta, \varepsilon$ quando si prendono per le due curve le due particolari di cui si è discorso al principio del Capo precedente, per le quali $\xi_1 = 1, \eta_1 = 0; \xi_2 = 0, \eta_2 = 1$: allora infatti abbiamo

$$(15) \quad \tau_1 = \alpha ; \quad \tau_2 = \vartheta ; \quad \tau_3 = \frac{\varepsilon}{\sqrt{\alpha \vartheta}} .$$

Osserveremo poi, analogamente al già detto sul fine del num. precedente, che

invece di tre quantità geometriche potevamo per le τ_1, τ_2, τ_3 prendere tre quantità di fisico significato, cioè le due densità lineari lungo le linee anzidette relativamente al punto comune, e la densità superficiale per lo stesso punto (x, y, z) : difatto queste tre densità sono rappresentate dalle funzioni

$$\frac{1}{\sqrt{\alpha}} ; \frac{1}{\sqrt{\beta}} ; \frac{1}{\sqrt{\alpha\beta - \varepsilon^2}}$$

(vedi m. p. n.º 11, 12, 67).

33. Per le altre tre forze interne (che designeremo per un momento colle lettere s, v, u) intenderemo quelle che tendono a far variare i due raggi dei cerchj osculatori alle due curve tenute ancora sulle generali, come nelle equazioni (13), (14), relativamente al punto comune (x, y, z) , e l'angolo da essi raggi compreso. Fu coll'intendimento di provvedere alla applicazione di cui qui fa bisogno, che preparammo tutta l'analisi del n. 24, ove mostrammo che le tre quantità geometriche anzidette sono fatte unicamente (trattate come costanti le quantità arbitrarie) dei sei trinomj $\alpha, \beta, \varepsilon, \kappa, \zeta, \omega$, e delle derivate delle prime tre. Vedemmo colà altresì (espressione (37), (38)) come tali funzioni si compendiano e diventano trattabili quando si parli delle due curve particolari alle quali si riferiscono anche i precedenti valori (15).

Chiamate τ_4, τ_5, τ_6 queste tre nuove quantità geometriche, il sestinomio

$$p\delta\tau_1 + q\delta\tau_2 + r\delta\tau_3 + s\delta\tau_4 + v\delta\tau_5 + u\delta\tau_6$$

può surrogarsi a quello dell'equazione (40) n. 18, e per mezzo delle opportune trasformazioni ridursi alla stessa forma di esso, coll'aggiunta di quantità che essendo derivate esatte o per a o per b non somministrano termini che per i limiti. Allora il confronto dei sei coefficienti di $\delta\alpha, \delta\beta, \delta\varepsilon, \delta\kappa, \delta\zeta, \delta\omega$ ci porgerà le sei quantità $\lambda, \mu, \nu, \iota, \theta, \tau$ date per le sei p, q, r, s, v, u , e potremo, volendo, avere anche queste date per quelle. Non mi trattengo a stendere i calcoli alquanto lunghi, tenendo per fermo che il lettore, pratico come ora debb'essere di questi andamenti, non può incontrarvi alcuna vera difficoltà.

Ma la difficoltà si troverà nell'eseguire sulle equazioni meccaniche risultanti un lavoro analogo a quello condotto a termine dal sig. Bordoni (luogo sopra citato) per la determinazione delle tre forze interne dei sistemi lineari: e ciò per assegnare, almeno in certi casi, in funzioni di quantità note alcuna delle sei quantità $\lambda, \mu, \nu, \iota, \theta, \tau$, e in conseguenza anche alcuna delle sei p, q, r, s, v, u . Abbiamo già detto che incompleto è tutto il fatto fin qui intorno alle superficie elastiche, perchè l'argomento non è mai stato veduto sotto quel punto di vista più generale in cui ora si presenta. Veggasi la Memoria di Poisson

inserita tra quelle dell' Istituto di Francia per l'anno 1812, e si capirà quanto più vasto sia il problema preso in tutta la sua estensione. Le sei forze che abbiamo scoperto esistere in questi moti od equilibri superficiali non hanno per la maggior parte gli opportuni riscontri nelle sperienze, non hanno nemmeno le convenienti denominazioni per distinguere le une dalle altre: il che invece è fatto pel caso de' sistemi lineari. Di qui riferiremo che questa parte di matematica applicata è, si può dire, ancora ai rudimenti. Eppure io penso che tenendo dietro ai veri principj sopra esposti si potranno trovare molte novità: spero potermene occupare un po' più di proposito trattando del suono, e spero altresì che raffrontando i risultati coi tanti fenomeni di acustica dei quali è tuttora incognita la spiegazione, si abbia a poter dire: ecco il caso in cui la teoria ha precorso e guidato le indagini fisiche, giusta quella sentenza di Lagrange: « L'accord des résultats avec l'expérience servira peut-être à détruire les préjugés » de ceux qui semblent désespérer que les mathématiques ne puissent jamais » porter des vraies lumières dans la Physique (Miscell. Taur., T. 1.^{er}, pag. x. » 2.^o Partie) ».

34. Pei sistemi a tre dimensioni richiamisi il già detto al n. 29, e si capirà senza difficoltà che per le sei quantità geometriche fatte variare dalle sei forze interne possiamo prendere primieramente i quadrati τ_1, τ_2, τ_3 degli elementi dei tre archi di quelle tre curve cui corrispondono in generale i nove coseni $\xi_1, \eta_1, \zeta_1; \xi_2, \eta_2, \zeta_2; \xi_3, \eta_3, \zeta_3$, dei quali sei rimangono arbitrarj: poi i tre coseni τ_4, τ_5, τ_6 degli angoli fatti tra loro dalle tangenti alle tre curve in quel punto comune, cioè sei quantità date dalle equazioni

$$\begin{aligned}
 \tau_1 &= l_1 \xi_1^2 + l_2 \eta_1^2 + l_3 \zeta_1^2 + 2l_4 \xi_1 \eta_1 + 2l_5 \xi_1 \zeta_1 + 2l_6 \eta_1 \zeta_1 \\
 \tau_2 &= l_1 \xi_2^2 + l_2 \eta_2^2 + l_3 \zeta_2^2 + 2l_4 \xi_2 \eta_2 + 2l_5 \xi_2 \zeta_2 + 2l_6 \eta_2 \zeta_2 \\
 \tau_3 &= l_1 \xi_3^2 + l_2 \eta_3^2 + l_3 \zeta_3^2 + 2l_4 \xi_3 \eta_3 + 2l_5 \xi_3 \zeta_3 + 2l_6 \eta_3 \zeta_3 \\
 \tau_4 \sqrt{\tau_1 \tau_2} &= l_1 \xi_1 \xi_2 + l_2 \eta_1 \eta_2 + l_3 \zeta_1 \zeta_2 \\
 &+ l_4 (\xi_1 \eta_2 + \eta_1 \xi_2) + l_5 (\xi_1 \zeta_2 + \zeta_1 \xi_2) + l_6 (\eta_1 \zeta_2 + \zeta_1 \eta_2) \\
 \tau_5 \sqrt{\tau_1 \tau_3} &= l_1 \xi_1 \xi_3 + l_2 \eta_1 \eta_3 + l_3 \zeta_1 \zeta_3 \\
 &+ l_4 (\xi_1 \eta_3 + \eta_1 \xi_3) + l_5 (\xi_1 \zeta_3 + \zeta_1 \xi_3) + l_6 (\eta_1 \zeta_3 + \zeta_1 \eta_3) \\
 \tau_6 \sqrt{\tau_2 \tau_3} &= l_1 \xi_2 \xi_3 + l_2 \eta_2 \eta_3 + l_3 \zeta_2 \zeta_3 \\
 &+ l_4 (\xi_2 \eta_3 + \eta_2 \xi_3) + l_5 (\xi_2 \zeta_3 + \zeta_2 \xi_3) + l_6 (\eta_2 \zeta_3 + \zeta_2 \eta_3).
 \end{aligned}
 \tag{16}$$

Pertanto possiamo supporre che sia sottoposto al segno integrale triplicato nell'equazione generale il sestimonio

$$(17) \quad L \delta \tau_1 + M \delta \tau_2 + N \delta \tau_3 + V \delta \tau_4 + U \delta \tau_5 + W \delta \tau_6$$

invece del sestinomio

$$(18) \quad A \delta t_1 + B \delta t_2 + C \delta t_3 + D \delta t_4 + E \delta t_5 + F \delta t_6$$

essendo L, M, N, V, U, W le forze che tendono a far variare quelle sei quantità geometriche.

Prendendo le variate che si veggono nel sestinomio (17) dovremo sostituire alle $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_6$ i loro valori dati dalle (16): il che facendo non toccheremo ai nove coseni $\xi_1, \eta_1, \zeta_1, \xi_2$, ec. che sono quantità arbitrarie; e allora dal confronto dei coefficienti totali delle $\delta t_1, \delta t_2, \delta t_3, \delta t_4, \delta t_5, \delta t_6$ con quelli del sestinomio (18), caveremo facilmente le A, B, C, D, E, F date per le L, M, N, V, U, W , e viceversa. Ommettiamo per brevità queste equazioni generali, e ci limitiamo ad osservare che appunto per essere arbitrarj i nove coseni $\xi_1, \eta_1, \zeta_1, \xi_2$, ec. possiamo dar loro i valori particolari (43) del n. 25, supponendo che le tre curve siano le tre delle quali colà si parlava. Allora le (16) ci forniscono semplicemente

$$(19) \quad \tau_1 = \tau_1; \tau_2 = \tau_2; \tau_3 = \tau_3; \tau_4 = \frac{t_4}{\sqrt{t_1 t_2}}; \tau_5 = \frac{t_5}{\sqrt{t_1 t_3}}; \tau_6 = \frac{t_6}{\sqrt{t_1 t_3}};$$

e il confronto dei coefficienti istituito al modo che si è detto sui sestinomj (17), (18) ci porge

$$(20) \quad \begin{aligned} A &= L - V \frac{t_1}{2t_4 \sqrt{t_1 t_2}} - U \frac{t_5}{2t_1 \sqrt{t_1 t_2}}; & D &= \frac{V}{\sqrt{t_1 t_2}} \\ B &= M - V \frac{t_4}{2t_2 \sqrt{t_1 t_2}} - W \frac{t_6}{2t_2 \sqrt{t_2 t_3}}; & E &= \frac{U}{\sqrt{t_1 t_3}} \\ C &= N - V \frac{t_5}{2t_3 \sqrt{t_1 t_3}} - W \frac{t_6}{2t_3 \sqrt{t_2 t_3}}; & F &= \frac{W}{\sqrt{t_2 t_3}}. \end{aligned}$$

Avendo le sei A, B, C, D, E, F determinate generalmente o particolarmente, come ora si è detto, si vede che per mezzo delle equazioni (14) n. 4. potremo avere date per le sei L, M, N, V, U, W anche le sei $\Lambda, \Xi, \Pi, \Sigma, \Phi, \Psi$ che risultano dopo la riduzione delle derivate parziali alle variabili dello stato reale, e figurano nelle equazioni (15) dello stesso n. 4. Qui si presenterebbe una importante ricerca, la quale per questa via c'impugnerebbe in un calcolo assai prolisso, e che quindi non farò che indicare. Avendo le $\Lambda, \Xi, \dots, \Psi$ date per le L, M, \dots, W e pei nove coseni (di cui sei arbitrarj) $\xi_1, \eta_1, \zeta_1, \xi_2, \dots$, potremo a questi ultimi assegnare i valori (55) n. 27 che fissano le tre linee di massima e minima condensazione. Allora che diverranno quelle sei? forse tre di esse acquisteranno proprietà di massimo e di minimo, e tre si ridurranno a zero, come vedemmo avvenire al n. 57 m. p.? Per verità alcune considerazioni fisiche ci porterebbero a una siffatta conclusione, e un autore è stato corrivo

nell'ammettere qualche cosa di simile. Non ci è lecito però finora tener per buona una tal conseguenza: l'ortogonalità delle tre direzioni che sussiste, come vedemmo, in ambi i casi, non basta a dedurre ch'esse siano le medesime: e a renderei cauti su questo punto gioverà l'osservazione scritta sul cominciare del n. 23.

35. V'ha un altro modo assai più comodo di dare una rappresentazione alle sei quantità $\Lambda, \Xi, \dots, \Psi$, che, come si è accennato nel numero precedente, entrano a comporre le (15) del n. 4; e ciò facendo uso delle equazioni (16) susseguenti nello stesso n. 4, le quali si verificano alla superficie conterminante il corpo. Già dicemmo al n. 33 m. p. che ci è lecito considerare segregata per entro alla massa di un corpo una porzione qualunque circoscritta da una superficie arbitraria di equazione

$$(21) \quad F(x, y, z) = 0,$$

e restringerci a riguardare il moto o l'equilibrio di essa porzione sola, astraendola col pensiero dall'equilibrio o dal moto di tutto il resto del corpo, e intendendo supplito l'effetto di tutta la materia circostante per mezzo di pressioni esercitate sulla anzidetta superficie. Questa può essere qualsivoglia, ma nel citato numero abbiamo detto che giova per varie applicazioni prendere per essa quella di un parallelepipedo rettangolo, di cui il punto (x, y, z) sia uno degli angoli, appartenendo così contemporaneamente a tre facce. Quando la superficie è qualsivoglia, facendo

$$(22) \quad l = -\frac{z'}{\sqrt{1+z'^2+z_1^2}}; \quad m = -\frac{z_1'}{\sqrt{1+z'^2+z_1^2}}; \quad n = \frac{1}{\sqrt{1+z'^2+z_1^2}}$$

(dove gli apici alti e bassi indicano le derivate della z per x e per y) le equazioni (16) n. 4, stanti le antecedenti denominazioni (22), possono scriversi in quest'altra maniera

$$(23) \quad \begin{aligned} \lambda(\Gamma) &= l\Lambda + m\Sigma + n\Phi \\ \mu(\Gamma) &= l\Sigma + m\Xi + n\Psi \\ \nu(\Gamma) &= l\Phi + m\Psi + n\Pi \end{aligned}$$

nelle quali λ, μ, ν significano le tre componenti rettangolari secondo i tre assi della pressione sostituita all'effetto della materia circostante, come sopra si è detto, (Γ) è la densità superficiale in quel punto.

Quando la superficie è quella del summentovato parallelepipedo rettangolo, poichè è in nostro arbitrio immaginarlo collocato come più ci piace, lo supporremo colle facce parallele ai piani xy, xz, yz . Per la faccia parallela al piano yz ,

è manifesto che i coseni l, m, n diventano $l = 1, m = 0, n = 0$: quindi le precedenti (23) danno

$$(24) \quad \lambda_1(\Gamma) = \Lambda \quad ; \quad \mu_1(\Gamma) = \Sigma \quad ; \quad \nu_1(\Gamma) = \Phi ,$$

avendo marcato coll' indice 1 al piede le λ, μ, ν particolari a questa faccia, e faremo lo stesso cogli indici 2, 3 per le altre due facce. Queste (24) ci dicono che Λ, Σ, Φ sono nel punto (x, y, z) le tre componenti rettangolari di quella pressione, moltiplicate per la densità superficiale spettante a un tal punto, e ci dicono altresì che, generalmente parlando, la pressione è in direzione obliqua alla faccia, giacchè se fosse perpendicolare le μ_1, ν_1 sarebbero zero. Per la faccia parallela al piano xz abbiamo $l = 0, m = 1, n = 0$, e in conseguenza dalle (23)

$$(25) \quad \lambda_2(\Gamma) = \Sigma \quad ; \quad \mu_2(\Gamma) = \Xi \quad ; \quad \nu_2(\Gamma) = \Psi ;$$

cioè le Σ, Ξ, Ψ (le quali essendo funzioni di (x, y, z) non mutano mutando la faccia, perchè il punto (x, y, z) rimane sempre quello) sono eguali al prodotto della densità superficiale nelle tre componenti rettangolari della pressione obliqua a quest' altra faccia. Così analogamente otteniamo

$$(26) \quad \lambda_3(\Gamma) = \Phi \quad ; \quad \mu_3(\Gamma) = \Psi \quad ; \quad \nu_3(\Gamma) = \Pi$$

per la terza faccia.

Ricaviamo dalle (24), (25), (26)

$$(27) \quad \mu_1 = \lambda_2 \quad ; \quad \nu_1 = \lambda_3 \quad ; \quad \nu_2 = \mu_3 ;$$

teorema noto (Vedi Cauchy, *Exercices des Mathématiques*, T. II, pag. 49).

Nel caso del fluido, siccome sappiamo essere $\Sigma = \Phi = \Psi = 0$, ed anche $\Lambda = \Xi = \Pi$ (vedi m. p., n. 62, equazioni (9), (10)), inferiamo dalle (24), (25), (26) essere zero le $\mu_1, \nu_1, \lambda_2, \nu_2, \lambda_3, \mu_3$, ed eguali fra loro le λ_1, μ_2, ν_3 , cioè ciascuna delle pressioni sulle tre facce passanti pel punto (x, y, z) perpendicolare alla superficie stessa, e tutte tre eguali fra loro. Questo teorema, che è sempre stato tenuto per fondamentale nella teoria dei fluidi, ci risulta qui come corollario, non come principio assunto in origine a modo di definizione, secondo obbiettarono alcuni moderni.

Di questo teorema si può anche dare la dimostrazione generale per una superficie qualsivoglia. Infatti, stante quanto ora si disse delle sei Λ, Ξ, \dots pel caso particolare dei fluidi, le (23) ci danno

$$(28) \quad \lambda(\Gamma) = l\Lambda \quad ; \quad \mu(\Gamma) = m\Lambda \quad ; \quad \nu(\Gamma) = n\Lambda$$

dalle quali deduciamo subito

$$(29) \quad \Lambda = (\Gamma) \sqrt{\lambda^2 + \mu^2 + \nu^2}.$$

Essendo λ, μ, ν le tre componenti rettangolari della pressione esercitata sul punto (x, y, z) , sappiamo che la sua direzione fa coi tre assi ortogonali angoli di coseni

$$\frac{\lambda}{\sqrt{\lambda^2 + \mu^2 + \nu^2}} ; \quad \frac{\mu}{\sqrt{\lambda^2 + \mu^2 + \nu^2}} ; \quad \frac{\nu}{\sqrt{\lambda^2 + \mu^2 + \nu^2}}.$$

Mettansi in queste espressioni per $\lambda, \mu, \nu, \sqrt{\lambda^2 + \mu^2 + \nu^2}$ i valori risultanti dalle (28), (29), e diventeranno l, m, n : cioè quella direzione è la direzione della normale, e ciò qualunque sia la superficie passante per quel punto, e senza che la pressione muti valore passando da una superficie all'altra, come è palese in forza della (29).

Analoghe considerazioni possono essere fatte sui sistemi superficiali relativamente a linee curve conterminanti una porzione qualunque di essi, servendoci delle equazioni (47) n. 10; ne diremo qualche cosa in appresso parlando appunto di fluidi distesi in veli superficiali.

Intanto possiamo riflettere che la vera pressione sostenuta dalla superficie nel punto (x, y, z) quale effetto delle forze di cui è dotata la materia esterna alla porzione considerata, dobbiamo intendere che sia la Λ dell'equazione (29), cioè la $\sqrt{\lambda^2 + \mu^2 + \nu^2}$ moltiplicata nella densità (Γ) superficiale. A persuaderci di ciò converrà richiamare le idee che ci siamo formate fin da principio (m. p. n. 18, 19) della forza di cui λ, μ, ν sono le tre componenti rettangolari. Diceremo ch'essa esprime un numero rapportato a forza unitaria applicata alla unità di massa, ma estremamente attenuato dal fattore σ^2 il quale sparisce quando si passa dalle somme agli integrali duplicati: e che è da considerarsi una forza applicata ad una sola molecola del sistema superficiale. L'ordinamento della materia ridotta allo stato reale non muta (badisi bene) la pressione che viene dall'esterno: se questa, per esempio, è la pressione atmosferica, si fa sopra un punto della superficie allo stesso modo, siavi radunata materia densa o rara: ben muta la forza con cui queste molecole riunite contrastano quella pressione; e di qui si capisce il perchè quella deve equivalere a molte volte la $\sqrt{\lambda^2 + \mu^2 + \nu^2}$ propria di una sola molecola, secondo che la densità (Γ) è maggiore o minore: se (Γ) fosse nulla, cioè non fosse ivi alcuna molecola, evidentemente dovrebbe essere nulla anche la Λ come quella che non più apparterebbe al sistema. Il calcolo ci dà un risultato come se molte molecole dotate della forza $\sqrt{\lambda^2 + \mu^2 + \nu^2}$, e in numero espresso da (Γ) fossero costi-

pate in un solo punto. Questo non è vero a tutto rigore, perchè le molecole non si compenetrano: ma è da riguardarsi qual ripiego analitico da cui non consegue errore sensibile nella stima del fenomeno: la differenza fra l'idea e l'espressione potrà spiegarsi riflettendo a quei termini moltiplicati per σ , σ^2 , ec. che ai n.° 7, 18, 19, ec. m. p. abbiamo trascurati. Del resto anche le applicazioni fisiche, d'alcuna delle quali faremo in appresso parola, portandoci a credere, per esempio, che sotto una sola molecola d'aria possano essere raccolte moltissime molecole di fluido elettrico a contrastarne la pressione, ci ajuteranno esse pure a conoscere la ragionevolezza del fattore (Γ) introdotto nella (29) e nelle equazioni simili.

CAPO VI.

Introduzione di un principio fisico a meglio spiegare la natura delle forze interne: trasformazione d'integrali multipli: ulteriori considerazioni sui fluidi.

36. Il principio fisico di cui ora vogliamo servirci per modificare varie formole e farci più addentro in alcune ricerche, è quello universalmente ammesso che l'azione molecolare propriamente detta non si estende intorno a ciascuna molecola se non per un tratto insensibile, al di là del quale può francamente tenersi nulla. Noi abbiamo avuto cura di farne senza in tutta l'analisi precedente, e notammo questa circostanza al n. 76 m. p. verso il fine: talchè l'analisi rimarrà sempre scevra da qualunque difetto potesse insinuarsi per l'introduzione di una ipotesi ben rinfrancata col riscontro d'innumerabili fatti fisici, ma che è pur sempre un'ipotesi. Vedremo ch'essa si serve completamente pei sistemi a tre dimensioni, i quali sono poi i veri corpi della natura: ma che quanto ai sistemi superficiali e lineari rimane alquanto indietro di quelle generalità che furono messe in vista nel Capo precedente; in tali casi i suoi risultati dovranno ammettersi come approssimazioni, e resta un adito aperto per ulteriori e più sottili indagini.

Richiamiamo l'esposto ai n.° 72, 73, equazione (17) m. p., e ai n.° 15, 18 della Memoria attuale, equazioni (21), (40), e vogliamo che il lettore ponga attenzione come i coefficienti delle variate $\partial t_1, \partial t_2, \dots, \partial t_6$ pei sistemi a tre dimensioni, quelli delle $\partial \alpha, \partial \beta, \dots, \partial \omega$ pei sistemi superficiali, e quelli delle $\partial \alpha, \partial \beta, \partial \gamma$ pei sistemi lineari, quando si calcolano gli effetti delle forze interne mediante la seconda parte dell'equazione generale della Meccanica (equazione (1) n. 16 m. p.), sono altrettanti integrali definiti. Studiamo questi integrali definiti, e trasformiamoli facendo uso dell'esposto principio.

Incominciando dai sistemi a tre dimensioni, rilevasi dalla suecitata equazione (17) n. 73 m. p., che i coefficienti delle sei variate $\delta t_1, \delta t_2, \delta t_3, \delta t_4, \delta t_5, \delta t_6$, hanno ordinatamente i valori

$$(1) \quad \int df \int dg \int dk . T f^2 \quad ; \quad \int df \int dg \int dk . T g^2 \quad ; \quad \int df \int dg \int dk . T k^2 \\ \int df \int dg \int dk . T fg \quad ; \quad \int df \int dg \int dk . T fk \quad ; \quad \int df \int dg \int dk . T gk ;$$

essendosi sostituita ad evitare un equivoco la lettera T alla Λ , giacchè questa riceve poi un'altra significazione; e che i coefficienti delle susseguenti variate $\delta T_1, \delta T_2$, ec. equivalgono agli altri integrali

$$(2) \quad \int df \int dg \int dk . T f^3 \quad ; \quad 2 \int df \int dg \int dk . T f^2 g \quad ; \quad \text{ec.}$$

dove sotto il segno le f, g, k sono a più alta dimensione della seconda. In tutti la $T = \frac{1}{4} \frac{K}{P}$ (equazione (14) n. 72 m. p.) va considerata in generale, come ivi si è detto,

$$(3) \quad T \left(x, y, z \quad x + \frac{dx}{da} f + \text{ec.}, \quad y + \frac{dy}{da} f + \text{ec.}, \quad z + \frac{dz}{da} f + \text{ec.} \right)$$

funzione delle coordinate x, y, z del punto generico, e di quelle

$$(4) \quad x + \frac{dx}{da} f + \frac{dx}{db} g + \frac{dx}{dc} k + \frac{1}{2} \frac{d^2 x}{da^2} f^2 + \text{ec.} \\ y + \frac{dy}{da} f + \frac{dy}{db} g + \frac{dy}{dc} k + \frac{1}{2} \frac{d^2 y}{da^2} f^2 + \text{ec.} \\ z + \frac{dz}{da} f + \frac{dz}{db} g + \frac{dz}{dc} k + \frac{1}{2} \frac{d^2 z}{da^2} f^2 + \text{ec.}$$

di un altro punto per cui le f, g, k sono variabili, restando le x, y, z costanti; gli integrali (1), (2) dovrebbero essere, generalmente parlando, estesi fino ai limiti del corpo.

Questa estensione degli integrali fino ai limiti del corpo sarebbe necessaria in più casi, come per esempio se si volesse per questa via calcolare gli effetti dell'attrazione newtoniana, o di quell'altra forza con cui si respingono o si attraggono anche a notevole distanza le molecole del fluido elettrico; ma per l'attrazione molecolare propriamente detta, e per quell'altra forza che chiamasi pressione, e che proviene dalle forze esterne (come fra poco spiegheremo meglio), è riconosciuto ch'essa si effettua soltanto sulle molecole prossimissime, e cessa appena la distanza si fa sensibile. E ne viene di conseguenza che i limiti degli integrali (1), (2) possono prendersi piccolissimi, tutti eguali, e a due a due di segno contrario: per esempio può rappresentarsi il primo degli integrali (1)

come se fosse

$$(5) \quad \int_{-i}^i df \int_{-i}^i dg \int_{-i}^i dk \cdot Tf^2$$

dove i è una quantità assai piccola. Ad alcuno potrà sembrare che ciò andrebbe bene in una distribuzione regolare di molecole, quale è quella cui noi siamo soliti (e lo dicemmo più volte) far retrocedere idealmente la costituzione dei corpi: ma non nella distribuzione reale che intorno al punto (x, y, z) potrà avere materia più costipata da una parte, più rarefatta dall'altra. Però, se ben si riflette, l'obbiezione si toglie facilmente. L'estensione della quantità piccolissima i sia tale da abbracciare dalla parte ove le molecole sono più condensate anche le ultime a cui arriva l'azione molecolare: prendendo egualmente grande la i dalla parte opposta, veniamo ivi a dare all'integrale un'estensione più in là del bisogno, ma senza alcun danno: infatti avremo aggiunto all'integrale entro i limiti da ritenersi una parte non influente nel valore di esso. È per una simile ragione che i geometri moderni usano negli integrali come il suddetto (5) prendere l'infinito invece della quantità piccolissima i : e manifestamente si può fare, perchè in sostanza la parte dell'integrale che risulta aggiunta da i sino all'infinito in ambi i versi, stante il principio fisico qui adottato, è come non vi fosse.

Noi pure adunque abbracceremo quest'uso, e assumendo per brevità di scrittura il simbolo S invece dell'integrale triplicato, cioè intendendo che sia

$$(6) \quad S. = \int_{-\infty}^{\infty} df \int_{-\infty}^{\infty} dg \int_{-\infty}^{\infty} dk .$$

scriveremo di nuovo gli integrali (1) coefficienti delle $\delta_1, \delta_2 \dots \delta_6$ nelle equazioni (17) n. 73 m. p. sotto la forma

$$(7) \quad S. Tf^2 ; S. Tg^2 ; S. Tk^2 ; 2S. Tfg ; 2S. Tfk ; 2S. Tgk .$$

Importa però conservare per poco ai mentovati integrali anche la forma (5) all'oggetto di poter dimostrare che tutti gli integrali (2) di numero infinito sono trascurabili relativamente ai precedenti (1). La dimostrazione si fa col trasformare gl'integrali della forma (5) ponendo

$$(8) \quad f = ip \quad ; \quad g = iq \quad ; \quad k = ir$$

e considerando le tre nuove variabili p, q, r sostituite alle f, g, k . Ognuno de' sei integrali (1) si muta in uno della forma

$$(9) \quad i^5 \int_{-1}^1 dp \int_{-1}^1 dq \int_{-1}^1 dr \cdot Tp^2$$

quale risulta il primo di essi col coefficiente i^5 ; e ognuno degli integrali (2) prende la forma

$$(10) \quad i^6 \int_{-1}^1 dp \int_{-1}^1 dq \int_{-1}^1 dr \cdot T p^3 \quad ; \quad i^6 \int_{-1}^1 dp \int_{-1}^1 dq \int_{-1}^1 dr \cdot T p^2 q \quad ; \text{ ec.}$$

col coefficiente i^6 per lo meno alla sesta potenza, essendo questa sempre più elevata nei seguenti. Per verità può sembrare che anche gli integrali come il (9), avendo il fattore piccolissimo i^5 , siano quantità trascurabili: ma noi non sappiamo qual sia la forma della funzione T , e intravediamo che potrebbe essere tale da distruggere l'effetto d'impiccolimento prodotto da quel fattore e fornirci valori confrontabili colle quantità finite. Che poi debba essere assolutamente così ne acquistiamo una certezza, conoscendo noi altrimenti che dalle forze interne risultano nelle equazioni meccaniche termini tutt'altro che trascurabili, e osservando sulla equazione (17) n. 73 m. p., che non ne resterebbe più niente se anche i primi sei termini di quella serie si dovessero trascurare. Ma questi conservati, per la ragione ora detta, è anche manifesto che tutti i seguenti integrali (2), ovvero (10), nei quali il coefficiente è una potenza di i più elevata, saranno sì piccoli da potersi ommettere rimpetto ai precedenti sei: e potremo credere ch'essi si vadano a fondere con quelle altre quantità trascurabili di cui si è detto anche sul fine del Capo precedente, e che ci occorsero fino dal primo impianto delle equazioni generali.

Conseguenza del fin qui detto si è che assumendo il sestimonio

$$(11) \quad A \delta t_1 + B \delta t_2 + C \delta t_3 + D \delta t_4 + E \delta t_5 + F \delta t_6$$

(equazione (19) n. 75 m. p.) per introdurlo nella equazione generale (12) n. 72 m. p., possiamo prendere a dirittura pei coefficienti A, B, C, D, E, F i valori dati dagli integrali (7), facendo

$$(12) \quad \begin{aligned} A &= S \cdot T f^2 \quad ; \quad B = S \cdot T g^2 \quad ; \quad C = S \cdot T k^2 \\ D &= 2S \cdot T g \quad ; \quad E = 2S \cdot T f k \quad ; \quad F = 2S \cdot T g k . \end{aligned}$$

Sulle prime potrà sembrare che questo non sia lecito, perchè richiamando il già detto nel far passaggio dall'equazione (18) alla (19) n. 75 m. p., vedemmo i coefficienti delle $\delta t_1, \delta t_2 \dots \delta t_6$ complicarsi di altri termini dedotti dai coefficienti delle variate che tengono dietro alle prime sei nell'equazione (17) n. 73 m. p.; ma se porremo mente che tali termini non compajono più, perchè dedotti da quelli che sopra dicemmo potersi lasciar andare, capiremo che residuano alle $A, B \dots F$ i valori (12). E da queste considerazioni viene un altro van-

taggio, quello del comprendersi il perchè il trinomio che termina l'equazione (19) n. 75 m. p. porta nei limiti termini dei quali altrimenti sappiamo che vi sono come se non vi fossero. Ciò avviene perchè quelle quantità Λ , Θ , Υ traggono dalla loro origine la proprietà d'essere costituite in tutti i loro termini con un fattore i^6 per lo meno alla sesta potenza, e quindi, secondo si disse, non hanno valori influenti in confronto delle quantità finite.

Fissiamo pertanto come verità dimostrata che l'equazione generalissima dei sistemi a tre dimensioni di qualunque sorta è la

$$(13) \quad \int da \int db \int dc . \left\{ \left(X - \frac{d^2x}{dt^2} \right) \delta x + \left(Y - \frac{d^2y}{dt^2} \right) \delta y + \left(Z - \frac{d^2z}{dt^2} \right) \delta z \right. \\ \left. + A \delta t_1 + B \delta t_2 + C \delta t_3 + D \delta t_4 + E \delta t_5 + F \delta t_6 \right\} + \Omega = 0$$

quale risulta dalla (12) n. 72 m. p., ove sostituisceasi all'integrale triplicato sotto le parentesi il valore equivalente dato dalla (19) n. 76 m. p., ommesso il trinomio colle Λ , Θ , Υ ; ed è la medesima (10) n. 35 m. p. già assegnata per sistemi rigidi, ed estesa poi ad ogni sorta di sistemi anche per mezzo dei ragionamenti esposti al n. 4 della Memoria attuale. Fissiamo di più che in essa (13) i sei coefficienti $A, B \dots F$ vengono ad ottenere i valori (12) col simbolo S che ha il significato (6), e colla T , che ha la composizione siccome è indicata nella (3).

37. Ora convien trasformare gli integrali (12), assumendo invece delle variabili f, g, k tre altre ξ, η, ζ date in funzioni di esse colle equazioni

$$(14) \quad \xi = \frac{dx}{da} f + \frac{dx}{db} g + \frac{dx}{dc} k + \frac{1}{2} \frac{d^2x}{da^2} f^2 + ec. \\ \eta = \frac{dy}{da} f + \frac{dy}{db} g + \frac{dy}{dc} k + \frac{1}{2} \frac{d^2y}{da^2} f^2 + ec. \\ \zeta = \frac{dz}{da} f + \frac{dz}{db} g + \frac{dz}{dc} k + \frac{1}{2} \frac{d^2z}{da^2} f^2 + ec. ;$$

talechè la composizione della T già espressa nella (3), si presenta ora sotto la forma

$$(15) \quad T(x, y, z) , x + \xi , y + \eta , z + \zeta .$$

L'accennata trasformazione degli integrali (12) esige che dalle (14) si ricavano inversamente f, g, k date per ξ, η, ζ . Questa operazione può sembrare laboriosa, trattandosi di ritorni di serie, ma è assai agevolata da due osservazioni. Primieramente se moltiplichiamo le (14) rispettivamente per l_1, l_2, l_3 , poi per m_1, m_2, m_3 , poi per n_1, n_2, n_3 , essendo queste nove quantità le (27)

del n. 14 m. p., e ogni volta le sommiamo, avendo sott'occhio le (20) n. 5 di questa Memoria, ci risultano quest'altre

$$\begin{aligned}
 (16) \quad Hf &= l_1 \xi + l_2 \gamma + l_3 \zeta + \text{cc.} \\
 Hg &= m_1 \xi + m_2 \gamma + m_3 \zeta + \text{cc.} \\
 Hk &= n_1 \xi + n_2 \gamma + n_3 \zeta + \text{cc.}
 \end{aligned}$$

dove seguirebbero negli eccetera termini con f^2, g^2, fg , cc., che cioè conterrebbero le f, g, k per lo meno a due dimensioni; termini che possiamo intendere trasformati a contenere $\xi^2, \gamma^2, \xi\gamma$, cc., cioè le ξ, γ, ζ per lo meno a due dimensioni, mediante una continua sostituzione dei valori di f, g, k desunti dalle stesse (16) precedenti. Tali termini poi possono essere ommessi, perchè se si volesse tenerne conto, introdurrebbero negli integrali trasformati termini della stessa natura di quelli (2), (10) che sopra abbiamo trascurati. Infatti risulta dalle (14) che ξ, γ, ζ sono quantità dello stesso ordine di grandezza delle f, g, k , e che quindi per la stessa ragione che ci persuase trascurabili gli integrali ove f, g, k sono a più di due dimensioni, dovremo dire altrettanto dei summentovati. Questa conclusione può mettersi, se si vuole, anche in maggiore evidenza mediante un ragionamento affatto analogo a quello che si è fatto adottando per brevi momenti in luogo delle f, g, k i valori (8).

Pertanto è lecito ritenere nei secondi membri delle (15) i soli trinomi nei quali le ξ, γ, ζ sono a dimensione lineare, e scrivere

$$\begin{aligned}
 (17) \quad f &= \Gamma(l_1 \xi + l_2 \gamma + l_3 \zeta) \\
 g &= \Gamma(m_1 \xi + m_2 \gamma + m_3 \zeta) \\
 k &= \Gamma(n_1 \xi + n_2 \gamma + n_3 \zeta)
 \end{aligned}$$

dove ho sostituito Γ ad $\frac{1}{H}$ (equazione (6) n. 9 m. p.).

Ciò premesso, il valore del sestimonio

$$\frac{dk}{d\xi} \left(\frac{df}{d\xi} \frac{dg}{d\gamma} - \frac{dg}{d\xi} \frac{df}{d\gamma} \right) + \frac{dk}{d\gamma} \left(\frac{df}{d\xi} \frac{dg}{d\xi} - \frac{dg}{d\xi} \frac{df}{d\xi} \right) + \frac{dk}{d\xi} \left(\frac{df}{d\gamma} \frac{dg}{d\xi} - \frac{dg}{d\gamma} \frac{df}{d\xi} \right)$$

col quale, giusta la nota teorica, conviene moltiplicare sotto il segno triplicato l'integrale da trasformarsi, diventa per le (17)

$$(18) \quad \Gamma^3 \{ n_3 (l_1 m_2 - m_1 l_2) + n_2 (l_3 m_1 - m_3 l_1) + n_1 (l_2 m_3 - m_2 l_3) \}.$$

Presentemente coi valori (27) n. 14 m. p. si verifichi l'identità delle equazioni;

$$l_2 m_3 - m_2 l_3 = \frac{dx}{dc} \left(l_1 \frac{dx}{da} + m_1 \frac{dx}{db} + n_1 \frac{dx}{dc} \right)$$

$$l_3 m_1 - m_3 l_1 = \frac{dy}{dc} \left(l_2 \frac{dy}{da} + m_2 \frac{dy}{db} + n_2 \frac{dy}{dc} \right)$$

$$l_1 m_2 - m_1 l_2 = \frac{dz}{dc} \left(l_3 \frac{dz}{da} + m_3 \frac{dz}{db} + n_3 \frac{dz}{dc} \right)$$

le quali per la prima, sesta e nona delle (28) n. 14 m. p. diventano

$$l_2 m_3 - m_2 l_3 = \frac{dx}{dc} H ; \quad l_3 m_1 - m_3 l_1 = \frac{dy}{dc} H ; \quad l_1 m_2 - m_1 l_2 = \frac{dz}{dc} H .$$

In conseguenza la quantità (18) risulta

$$\Gamma^3 H \left(n_1 \frac{dx}{dc} + n_2 \frac{dy}{dc} + n_3 \frac{dz}{dc} \right),$$

e per l'ultima delle (20) n. 5 di questa Memoria, semplicemente $T^3 H^2$, ossia a motivo del noto valore di Γ in H , ancora più semplicemente la sola Γ , e può estrarsi dal segno integrale perchè non contiene le variabili ξ, η, ζ .

Dopo tutto questo, e fatta riflessione che pei limiti degli integrali colle nuove variabili possono ancora prendersi l'infinito negativo, e il positivo, per le stesse ragioni addotte quando le variabili erano le f, g, k : avendo sott'occhio le (17) troveremo che i valori (12) si mutano nei seguenti

$$\begin{aligned} A &= \Gamma^3 S \cdot T(l_1 \xi + l_2 \eta + l_3 \zeta)^2 \\ B &= \Gamma^3 S \cdot T(m_1 \xi + m_2 \eta + m_3 \zeta)^2 \\ C &= \Gamma^3 S \cdot T(n_1 \xi + n_2 \eta + n_3 \zeta)^2 \\ (19) \quad D &= 2\Gamma^3 S \cdot T(l_1 \xi + l_2 \eta + l_3 \zeta)(m_1 \xi + m_2 \eta + m_3 \zeta) \\ E &= 2\Gamma^3 S \cdot T(l_1 \xi + l_2 \eta + l_3 \zeta)(n_1 \xi + n_2 \eta + n_3 \zeta) \\ F &= 2\Gamma^3 S \cdot T(m_1 \xi + m_2 \eta + m_3 \zeta)(n_1 \xi + n_2 \eta + n_3 \zeta) \end{aligned}$$

dove adesso il simbolo S ha il significato

$$(20) \quad S = \int_{-\infty}^{\infty} d\xi \int_{-\infty}^{\infty} d\eta \int_{-\infty}^{\infty} d\zeta$$

e la T ha la composizione espressa nella (15).

Se poi poniamo per abbreviare

$$(21) \quad \begin{aligned} L &= S \cdot T\xi^2 ; \quad M = S \cdot T\eta^2 ; \quad N = S \cdot T\zeta^2 \\ O &= S \cdot T\xi\eta ; \quad P = S \cdot T\xi\zeta ; \quad Q = S \cdot T\eta\zeta , \end{aligned}$$

eseguendo nelle (19) i quadrati e i prodotti, vedremo che si cambiano in queste altre

$$\begin{aligned}
 A &= \Gamma^3(l_1^2 L + l_2^2 M + l_3^2 N + 2l_1 l_2 O + 2l_1 l_3 P + 2l_2 l_3 Q) \\
 B &= \Gamma^3(m_1^2 L + m_2^2 M + m_3^2 N + 2m_1 m_2 O + 2m_1 m_3 P + 2m_2 m_3 Q) \\
 C &= \Gamma^3(n_1^2 L + n_2^2 M + n_3^2 N + 2n_1 n_2 O + 2n_1 n_3 P + 2n_2 n_3 Q) \\
 D &= 2\Gamma^3(l_1 m_1 L + l_2 m_2 M + l_3 m_3 N \\
 (22) \quad &+ (l_1 m_2 + m_1 l_2) O + (l_1 m_3 + m_1 l_3) P + (l_2 m_3 + m_2 l_3) Q) \\
 E &= 2\Gamma^3(l_1 n_1 L + l_2 n_2 M + l_3 n_3 N \\
 &+ (l_1 n_2 + n_1 l_2) O + (l_1 n_3 + n_1 l_3) P + (l_2 n_3 + n_2 l_3) Q) \\
 F &= 2\Gamma^3(m_1 n_1 L + m_2 n_2 M + m_3 n_3 N \\
 &+ (m_1 n_2 + n_1 m_2) O + (m_1 n_3 + n_1 m_3) P + (m_2 n_3 + n_2 m_3) Q).
 \end{aligned}$$

Il confronto di queste equazioni colle (23) del n. 5 di questa Memoria ci persuade, anche senza effettuare operazioni, che i valori delle sei quantità

$$(23) \quad \Lambda, \Xi, \Pi, \Sigma, \Phi, \Psi$$

colà scritte, debbono essere i medesimi di quelli delle sei quantità

$$\begin{aligned}
 (24) \quad &- 2\Gamma^2 L ; - 2\Gamma^2 M ; - 2\Gamma^2 N ; \\
 &- 2\Gamma^2 O ; - 2\Gamma^2 P ; - 2\Gamma^2 Q .
 \end{aligned}$$

Infatti, tranne la differenza dell'esservi nelle precedenti (22) le sei quantità (24) invece delle (23), tutto il resto è eguale nei due sistemi di equazioni; quindi le sei quantità trattate nell'uno e nell'altro caso come incognite, avranno, dopo la risoluzione delle sei equazioni lineari, rispettivamente gli stessi valori, ossia saranno rispettivamente eguali fra loro.

Pertanto, richiamato il significato delle denominazioni (21), avremo

$$\begin{aligned}
 (25) \quad \Lambda &= - 2\Gamma^2 S . T\xi^2 ; \Xi = - 2\Gamma^2 S . T\eta^2 ; \Pi = - 2\Gamma^2 S . T\zeta^2 \\
 \Sigma &= - 2\Gamma^2 S . T\xi\eta ; \Phi = - 2\Gamma^2 S . T\xi\zeta ; \Psi = - 2\Gamma^2 S . T\eta\zeta .
 \end{aligned}$$

Così le sei quantità (23) che entrano nelle equazioni generalissime (15), (16) n. 4 di questa Memoria, pei punti interni della massa e per quelli alla superficie, sono date per espressioni che si riferiscono allo stato reale e sono di chiara significazione, giacchè il simbolo S è quello di un integrale triplicato, come nella (20), e T ha la composizione indicata nella (15).

38. Le trovate equazioni (22), (25) possono servire a molti usi: vediamo qui come per esse vengano riconfermate le più volte dissenne equazioni generali relative al movimento de' fluidi: e come inoltre veniamo per esse ad acquistare idee più adeguate intorno alla costituzione di tali corpi. La composizione analitica della forza interna T (espressione (15)) per questa sorta di corpi prende una struttura tutta particolare, analoga al concetto che ce ne siamo formati nel Capo V m. p. Dicemmo che nei fluidi non è come nei corpi in generale, pei quali a esprimere l'azione reciproca delle molecole non basta farla soltanto funzione della distanza, pei fluidi basta benissimo, non essendo in ginoco per essi l'azione secondaria dovuta alla figura delle molecole. Prenderemo pertanto la T della forma

$$(26) \quad T(x, y, z, \sqrt{\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2})$$

e sarà l'espressione della forza interna fra il punto (x, y, z) e quello di coordinate $x + \xi, y + \eta, z + \zeta$, dei quali la distanza è appunto espressa dal radicale $\sqrt{\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2}$. Veramente la forza interna è la K , ed è $T = \frac{1}{4} \frac{K}{\rho}$ (equazione (11) n. 72 m. p.), come si è detto anche al n. 36: ma ciò non fa difetto perchè ρ eguaglia il radicale $\sqrt{\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2}$, e quindi il denominatore 4ρ può intendersi fuso nella funzione. L'aver poi fatto entrare per maggior generalità nella composizione della T le coordinate x, y, z d'uno dei punti, esplicitate al radicale, muove da una ragione che in appresso spiegheremo in diffuso.

Adottata la forma (26), i primi tre integrali

$$S. T\xi^2 ; S. T\eta^2 ; S. T\zeta^2$$

pei quali soli differiscono le Λ, Ξ, Π nelle equazioni (25), giusta i più ovvj principj del calcolo degli integrali definiti, sono necessariamente eguali fra loro perchè le lettere ξ, η, ζ v'entrano solo strumentalmente e possono scambiarsi. In conseguenza abbiamo

$$(27) \quad \Lambda = \Xi = \Pi$$

Gli altri tre integrali $S. T\xi\eta, S. T\xi\zeta, S. T\eta\zeta$ conservando il valore ma cambiando di segno quando lo si muta ad alcuna delle ξ, η, ζ , ancoora pei primi principj del calcolo degli integrali definiti, sono tutti zero. Quindi le altre tre equazioni (25) ci danno

$$(28) \quad \Sigma = \Phi = \Psi = 0.$$

Le equazioni (27), (28) sono le caratteristiche dei fluidi (equazioni (9), (10),

Capo V m. p.). Esse riducono le equazioni generalissime per tutti i sistemi (le (15) n. 4) alle (11) n. 62 m. p., come colà si è mostrato: ma qui si ha un vantaggio di più che indicherò fra poco. Intanto noterò che questo andamento per la dimostrazione delle equazioni generali spettanti al movimento de' fluidi, andamento nel quale si ammette il principio fisico enunciato al cominciare di questo Capo, insieme all'altro sulla cessazione della forza secondaria di cui tanto si è discorso nel Capo V m. p., non può più andar soggetto ad alcuna di quelle obbiezioni ch'io non ho dissimulate al n. 63 m. p. Alla prima di esse, che è la più forte, io ho colà data una risposta la quale non la scioglie interamente, nè le dubbiezze possono essere del tutto dissipate nemmeno col ragionamento esposto al n. 76 m. p., perchè è verissimo stare la proprietà ivi discussa per quelle A, B, C, D, E, F , ma il tradurla alle sei Λ, Ξ, \dots incontra un'altra obbiezione suggerita dall'osservare le (27) n. 38 m. p. Non mi trattengo in ulteriori spiegazioni non essendovi ora più bisogno di quel ragionamento a fine di giungere alle equazioni caratteristiche dei fluidi, le (27), (28).

Il già detto de' sei integrali che formano i secondi membri delle (21), si esprime colle equazioni

$$L = M = N ; O = P = Q = 0$$

e queste, insieme colle equazioni identiche (31), (33) n. 67 m. p., riducono le (22) alle seguenti

$$(29) \quad \begin{aligned} A &= L\Gamma^3(t_2t_3 - t_6^2) & ; & \quad B = L\Gamma^3(t_1t_3 - t_5^2) & \quad ; & \quad C = L\Gamma^3(t_1t_2 - t_4^2) \\ D &= 2L\Gamma^3(t_5t_6 - t_3t_4) & ; & \quad E = 2L\Gamma^3(t_4t_6 - t_2t_5) & \quad ; & \quad F = L\Gamma^3(t_4t_5 - t_1t_6) \end{aligned}$$

le quali consentono pienamente colle (36) n. 67 m. p., stando qui la L in luogo di $\frac{1}{2} \frac{\Lambda}{\Gamma^3}$, come si ricava anche dalla prima delle (25), a meno della differenza di segno, che dicemmo in quel luogo pendere dal nostro arbitrio. Abbiamo anche detto al n. 67 m. p. che tali valori (29) delle sei A, B, \dots, F dipendenti da una sola indeterminata L , costituiscono la vera differenza fra i sistemi fluidi e quelli qualunque, ma colà furono desunti dietro la maniera speciale usata da Lagrange (n. 66 m. p.) per l'impianto dell'equazione meccanica spettante ai fluidi, dove che la dimostrazione ora recata li fa discendere da considerazioni affatto diverse. Tali differenti analisi che conducono al medesimo fine e si comprovano a vicenda, inaspirano sempre maggior fiducia, e attestano l'eccellenza di questi metodi.

Chi confronterà le cose dette in questi numeri colle già da me avanzate al n. 55, § V della Memoria inserita nel tomo XXI di questi Atti, si accorgerà

che la sostanza della dimostrazione è ancora la medesima; ma là non abbiamo circoscritta la forma (26) della T ai soli fluidi, come era pur necessario di fare, e facemmo adesso.

39. Dirò ora la ragione per cui nella (27) ho conservate le x, y, z di uno dei punti a comporre la T fuori del radicale. Chiunque si faccia a considerare attentamente le azioni interne che si attuano fra le molecole dei corpi, capirà ch'esse sono di due sorte. Vi sono quelle di attrazione o repulsione che produrrebbero effetto anche quando non fossero applicate le forze esterne X, Y, Z : e vi sono azioni reciproche provenienti appunto dalle forze esterne X, Y, Z applicate ai singoli punti del corpo, che avrebbero luogo ancorchè non vi fossero quelle prime. Per formarsi un'immagine delle seconde può immaginarsi un sistema discreto di corpi legati fra loro con verghe imperniate a cerniera nei luoghi dove si attaccano ai corpi: tali verghe sarebbero veicoli d'azione reciproca dei corpi, detta da Lagrange forza passiva, indipendentemente da ogni attrazione o repulsione fra essi: sono queste forze interne provenienti dalle esterne, che si chiamano propriamente *pressioni*. Siccome in ogni punto la pressione è un risultato delle forze esterne applicate a tutti i punti del sistema: si capisce facilmente che un tal complesso di cause essendo dalle diverse parti in circostanze diverse, per un punto alto o basso, per un punto vicino alla superficie o verso il mezzo del corpo, la pressione varierà e sarà quindi funzione di x, y, z . Ecco il perchè nei liquidi la pressione muta pei varii punti del corpo, quantunque si suppongano costanti la densità e la gravità. Doppio è quindi sotto un certo aspetto l'intervento delle forze esterne X, Y, Z nelle equazioni generali meccaniche: esse vi entrano esplicitamente in termini destinati a riceverne l'espressione, come vedemmo più volte, ma sono una seconda volta contemplate in maniera sottintesa quando si valutano le pressioni che da esse dipendono o che sarebbero nulle se esse non fossero. Esse agiscono lungo le stesse distanze fra molecola e molecola, secondo le quali agiscono anche le forze interne attive, ed è perciò che queste forze interne delle due specie si sommano o si sottraggono. Nei liquidi le pressioni la vincono di molto sulle anzidette forze molecolari, cosicchè non fa di solito un fallo sensibile chi non tien conto che delle pressioni, considerando i liquidi come ammassi di molecole affatto slegate, alla maniera che facevano i geometri nostri maestri: nei solidi invece le azioni molecolari si rendono tanto grandi da bilanciare e vincere le pressioni. Quello poi che importa moltissimo di fissar bene è che le suddette pressioni, provenienti dalle forze esterne applicate hanno, colle azioni molecolari propriamente dette, comune la proprietà di non estendersi se non ad un piccolissimo numero di molecole intorno a ciascuna molecola. Basta pensare un

momento a quel sistema di corpi congiunti con verghe che ho descritte di sopra per capir subito come ogni molecola non preme all'ingiro che sulle contigue, le quali alla loro volta premono sulle loro contigue, e via via. Per questa comunanza della proprietà fondamentale l'azione delle due sorte di forze interne, passive ed attive, è espressa simultaneamente dalla K o dalla T superiormente adoperata nei calcoli: e ciò tanto pei solidi quanto pei fluidi. Pei fluidi adunque conveniva mantenere nella (26) le x, y, z esplicitate al radicale, in contemplazione di quella parte della T , che riferendosi alla pressione, muta secondo i diversi luoghi.

Taluno potrebbe obbiettare che dovendo la forza interna K , ovvero T , essere una funzione simmetrica relativamente alle coordinate dei due punti (n. 72 m. p.), sarebbe stato più giusto adottare pei fluidi invece della (26) la forma

$$\psi(x, y, z, \sqrt{\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2}) + \psi(x + \xi, y + \eta, z + \zeta, \sqrt{\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2}).$$

Senza negare la giustezza dell'osservazione dirò che pel presente caso essa diventa inutile. Difatto, ammessa quest'ultima forma, e svolta la seconda ψ in serie per quelle ξ, η, ζ che sono in somma colle x, y, z , avremo dalle due ψ in complesso, primieramente un termine della forma (26), poi una serie di termini in ciascuno dei quali essendovi per fattore una delle ξ, η, ζ , od anche le loro potenze e prodotti, introdurrebbersi integrali della stessa natura di quelli che al n. 36 dicemmo potersi trascurare.

Se il corpo essendo fluido non ci fossero forze esterne applicate, nemmeno la gravità, ma bensì forze interne di elasticità, si fa chiaro per gli addotti ragionamenti che la T non dovrebbe contenere le x, y, z esplicitate al radicale: quindi gli integrali $S. T\xi^2, S. T\eta^2, S. T\zeta^2$ si ridurrebbero ad una sola e medesima costante, e la forza interna espressa da $\Lambda, o \Xi, o \Pi$ (equazioni (27)) sarebbe (equazioni (25)) proporzionale al quadrato della densità. È questo un teorema di cui, appoggiandosi ai calcoli di Laplace, fece uso il signor Mossotti per aver l'espressione dell'elasticità dell'etere. Veggasi la sua Memoria: *Sur les forces qui régissent, etc.*, Turin, 1836.

Avvertirò di non prendere equivoco per quei casi nei quali si dovesse tener conto dell'attrazione delle molecole le une sulle altre a distanze finite, come accade quando è questione del fluido elettrico, o si calcola l'attrazione newtoniana. Per verità tali forze possono considerarsi interne, giacchè sono fra molecole e molecole, e anche per esse varrebbe tutta l'analisi del Capo VII m. p.: per altro, non applicandosi più in tal caso il principio fisico delle azioni molecolari esposto al cominciare di questo Capo, non sarebbe più permesso trascurare i

termini dopo i primi sei nella serie (17), n. 73 m. p., e quindi non più si sosterebbe l'analisi che ci condusse alle equazioni (22), (25). Mancata per tal modo la possibilità di calcolarne l'effetto per questa via, si usa introdurre l'espressione di tali forze nelle equazioni generali, come se fossero forze esterne, aggiungendole alle X, Y, Z : del che occorrerà in appresso recar qualche esempio. È ciò è possibile, perchè la funzione K , ovvero T fra le molecole (la quale è incognita e solo determinabile *a posteriori* in virtù delle equazioni stesse, quando si tratta di forze molecolari o di pressioni) è invece di forma nota, sapendosi nei casi sopra ricordati che la forza è inversamente proporzionale al quadrato della distanza. Anche in tali casi però la pressione fra le molecole contigue non cessa di aver luogo e d'essere calcolabile alla maniera indicata nei numeri precedenti: ma la forza interna attiva non fa più parte di essa, sibbene figura, come si è detto, tra le forze esterne. Di qui il modo di rispondere a chi ci rimproverasse il non calcolare pei fenomeni terrestri, per esempio nel moto de' fluidi, l'attrazione newtoniana a distanza fra le molecole. Se volete considerar questa forza in quanto opera a produrre anch'essa un tantino di pressione, il suo effetto è fuso nella T sopra contemplata: se poi voleste che si tenesse proprio conto anche del suo valore esplicitamente, esso per la ragione già detta dovrebbe comparire unito alle X, Y, Z : ma essendo sommamente piccolo nella valutazione de' fenomeni terrestri in confronto delle altre forze in giuoco, può trascurarsi senza errore sensibile.

40. Passiamo a discorrere de' sistemi superficiali, e prima di applicare anche ad essi la stessa dottrina desunta dal principio fisico che regge le azioni molecolari, vediamo quali sarebbero per essi le equazioni generali del moto de' fluidi incompressibili, trattato alla maniera di Lagrange, a quella stessa maniera che ai n.° 66, 67 m. p. vedemmo dare risultati esatti, perchè confermati da dimostrazioni procurate altrimenti.

Il valore della densità nei sistemi superficiali è

$$(30) \quad \Gamma = \frac{1}{\sqrt{\alpha\vartheta - \varepsilon^2}};$$

esso risulta dai n.° 42, 67 m. p., e dalle denominazioni (23) n. 16, e l'abbiamo già avvertito anche sul fine del n. 32. Poichè dunque alla maniera lagrangiana qui adottata non abbiamo altra condizione oltre quella di Γ costante, l'unica equazione di condizione da contemplarsi sarà

$$\alpha\vartheta - \varepsilon^2 = \text{cost.}$$

e, giusta il metodo, nell'equazione generalissima (30) n. 9 dovremo mettere sotto il secondo doppio segno integrale l'unico termine $\Lambda\delta(\alpha\vartheta - \varepsilon^2)$

ossia il trinomio

$$(31) \quad \Lambda \vartheta \delta \alpha + \Lambda \alpha \delta \vartheta - 2\Lambda \varepsilon \delta \varepsilon .$$

Avendo pertanto sott'occhio i valori di $\alpha, \vartheta, \varepsilon$ testè richiamati, il paragone del trinomio precedente col sestinomio sotto il secondo segno integrale dell'equazione (30) n. 9 ci darà

$$\begin{aligned} \lambda &= 2\Lambda \vartheta ; \quad \mu = 2\Lambda \alpha ; \quad \nu = -2\Lambda \varepsilon \\ \rho &= \theta = \tau = 0 . \end{aligned}$$

Quindi dalle (32) di quel n. 9

$$(32) \quad \begin{aligned} L_1 &= 2\Lambda \left(\vartheta \frac{dx}{da} - \varepsilon \frac{dx}{db} \right) ; \quad M_1 = 2\Lambda \left(\alpha \frac{dx}{db} - \varepsilon \frac{dx}{da} \right) \\ L_2 &= 2\Lambda \left(\vartheta \frac{dy}{da} - \varepsilon \frac{dy}{db} \right) ; \quad M_2 = 2\Lambda \left(\alpha \frac{dy}{db} - \varepsilon \frac{dy}{da} \right) \\ L_3 &= 2\Lambda \left(\vartheta \frac{dz}{da} - \varepsilon \frac{dz}{db} \right) ; \quad M_3 = 2\Lambda \left(\alpha \frac{dz}{db} - \varepsilon \frac{dz}{da} \right) . \end{aligned}$$

Da quanto sopraemmo al n. 10 abbiamo

$$(33) \quad \frac{1}{\omega} = \frac{dx}{da} \frac{dy}{db} - \frac{dy}{da} \frac{dx}{db}$$

coll'avvertenza che là gli apici indicavano le derivate qui scritte al modo ordinario. E le (43) di quel numero ci danno

$$(34) \quad \begin{aligned} A &= 2\Lambda \omega \left\{ \vartheta \left(\frac{dx}{da} \right)^2 + \alpha \left(\frac{dx}{db} \right)^2 - 2\varepsilon \frac{dx}{da} \frac{dx}{db} \right\} \\ B &= 2\Lambda \omega \left\{ \vartheta \left(\frac{dy}{da} \right)^2 + \alpha \left(\frac{dy}{db} \right)^2 - 2\varepsilon \frac{dy}{da} \frac{dy}{db} \right\} \\ C &= 2\Lambda \omega \left\{ \vartheta \frac{dx}{da} \frac{dy}{da} + \alpha \frac{dx}{db} \frac{dy}{db} - \varepsilon \left(\frac{dx}{da} \frac{dy}{db} + \frac{dy}{da} \frac{dx}{db} \right) \right\} . \end{aligned}$$

Presentemente si osservi che a motivo delle note equazioni identiche

$$\frac{dz}{da} = z' \frac{dx}{da} + z_r \frac{dy}{da} ; \quad \frac{dz}{db} = z' \frac{dx}{db} + z_r \frac{dy}{db}$$

dove z', z_r sono le derivate della z per x e per y ; i valori di $\alpha, \vartheta, \varepsilon$ (equazioni (23) n. 16) diventano

$$(35) \quad \begin{aligned} \alpha &= (1 + z'^2) \left(\frac{dx}{db} \right)^2 + (1 + z_r^2) \left(\frac{dy}{db} \right)^2 + 2z'z_r \frac{dx}{db} \frac{dy}{db} \\ \vartheta &= (1 + z'^2) \left(\frac{dx}{da} \right)^2 + (1 + z_r^2) \left(\frac{dy}{da} \right)^2 + 2z'z_r \frac{dx}{da} \frac{dy}{da} \\ \varepsilon &= (1 + z'^2) \frac{dx}{da} \frac{dx}{db} + (1 + z_r^2) \frac{dy}{da} \frac{dy}{db} + z'z_r \left(\frac{dx}{da} \frac{dy}{db} + \frac{dy}{da} \frac{dx}{db} \right) ; \end{aligned}$$

in conseguenza dei quali e del quadrato della (33), le (34) ci somministrano dopo facili riduzioni

$$(36) \quad A = \frac{2\Lambda}{\omega} (1 + z_1^2) ; \quad B = \frac{2\Lambda}{\omega} (1 + z_1'^2) ; \quad C = -\frac{2\Lambda}{\omega} z_1' z_1 .$$

Poniamo $\Pi = \frac{2\Lambda}{\omega}$

ossia per la (40) del n. 10

$$(37) \quad \Pi = \frac{2\Lambda}{\Gamma R} ,$$

essendo R il radicale dello spianamento delle superficie, come fu esposto al numero citato. Si vede subito, avendo sott'occhio i valori (36), che le (44) n. 9 si riducono

$$(38) \quad \begin{aligned} \Gamma R \left(X - \frac{d^2x}{dt^2} \right) &= \frac{d \cdot \Pi (1 + z_1^2)}{dx} - \frac{d \cdot \Pi z_1' z_1}{dy} \\ \Gamma R \left(Y - \frac{d^2y}{dt^2} \right) &= \frac{d \cdot \Pi (1 + z_1'^2)}{dy} - \frac{d \cdot \Pi z_1' z_1}{dx} \\ \Gamma R \left(Z - \frac{d^2z}{dt^2} \right) &= \frac{d \cdot \Pi z_1'}{dx} + \frac{d \cdot \Pi z_1}{dy} ; \end{aligned}$$

formole notabili che ci verranno utili in qualche applicazione. Si può osservare che appartenendo esse ai sistemi superficiali, sono in certo modo più complicate delle (11) n. 62 m. p. pei sistemi fluidi a tre dimensioni, giacchè si veggono in ognuna binomiali i secondi membri colle derivate parziali, delle quali non entra che una per volta nelle equazioni più generali messe a confronto.

41. Ora veniamo a riassumere la trattazione dei sistemi superficiali applicando il principio fisico di questo Capo: e prima noteremo le modificazioni ch'esso introduce negli integrali definiti duplicati componenti la serie che forma il secondo membro della equazione (25) n. 16; ciò in corrispondenza a quanto si è già detto pei sistemi a tre dimensioni.

Se poniamo mente alla precedente equazione (22) dello stesso numero (16) ci accorgeremo subito che non abbiamo qui a considerare se non i tre integrali definiti che sono coefficienti di $\delta\alpha$, $\delta\beta$, $\delta\epsilon$: cioè, sostituita la lettera T alla Λ ,

$$(39) \quad \int df \int dg \cdot Tf^2 ; \quad \int df \int dg \cdot Tg^2 ; \quad 2 \int df \int dg \cdot Tfg ;$$

i coefficienti dei termini seguenti sarebbero gl' integrali

$$(40) \quad \begin{aligned} \frac{1}{4} \int df \int dg \cdot Tf^4 ; \quad \frac{1}{4} \int df \int dg \cdot Tg^4 ; \quad \int df \int dg \cdot Tf^2 g^2 \\ \int df \int dg \cdot Tf^3 ; \quad 2 \int df \int dg \cdot Tfg^2 ; \quad \text{ec.} \end{aligned}$$

ove le f, g sotto i segni capitano per lo meno con tre dimensioni, e si lasciano andare giusta il già detto, che a momenti ci verrà in acconcio di ricordare.

Anche qui, come nella espressione (3), la T è da riguardarsi funzione delle coordinate di due punti, cioè delle x, y, z di un primo punto, e delle

$$(41) \quad \begin{aligned} x + \frac{dx}{da} f + \frac{dx}{db} g + \frac{1}{2} \frac{d^2 x}{da^2} f^2 + ec. \\ y + \frac{dy}{da} f + \frac{dy}{db} g + \frac{1}{2} \frac{d^2 y}{da^2} f^2 + ec. \\ z + \frac{dz}{da} f + \frac{dz}{db} g + \frac{1}{2} \frac{d^2 z}{da^2} f^2 + ec. \end{aligned}$$

di un altro punto, conforme già si disse di quelle segnate (4). Solamente devesi avvertire che qui essendo il sistema superficiale, le x, y, z si considerano funzioni di due sole variabili a, b , e la z dovrà poi essere riguardata quale funzione di x, y secondo la natura della superficie.

Dovendo qui pure gli integrali estendersi per tratti brevissimi delle variabili f, g , ci sarà facile capire, adattando al caso di due variabili i ragionamenti esposti per tre al n. 36, che potremo non tener conto degli integrali (39), trascurando i (40) come insensibili al loro confronto: così che ritenendo, in riscontro della notazione (6), il simbolo

$$(42) \quad S. = \int_{-\infty}^{\infty} df \int_{-\infty}^{\infty} dg .$$

i coefficienti delle $\delta x, \delta y, \delta z$ nella serie (25) n. 16 saranno gli integrali $S. T f^2$; $S. T g^2$; $2S. T fg$; e questi soli dovranno anche darsi per valori ai coefficienti delle stesse variabile nell'equazione (40) n. 18. Tutti gli altri termini concorrenti a comporre i valori di quei coefficienti λ, μ, ν si lasciano via, perchè provenienti da termini della serie (25) n. 16 aventi per fattori quegli integrali trascurabili; lo stesso deve dirsi anche dei coefficienti delle $\delta x, \delta y, \delta z$, e delle quantità Δ, Θ . Per tal modo viene introdotto nella equazione generale (3) del n. 12, sotto il segno integrale duplicato in luogo dell'altro integrale, un trinomio, cui per renderlo confrontabile con quanto si legge nella formola (30) n. 9, daremo la forma

$$(43) \quad \frac{\lambda}{2} \delta x + \frac{\mu}{2} \delta y + \nu \delta z$$

essendo

$$(44) \quad \lambda = 2S. T f^2 ; \mu = 2S. T g^2 ; \nu = 2S. T fg .$$

Qui occorre un'importante osservazione, la quale rende ragione di alcune caute parole messe al principio di questo Capo. Vedemmo che i metodi lagrangiani con due diversi e grandiosi andamenti (Capi II e III) ci persuadono che

volendo abbracciare le questioni meccaniche spettanti ai sistemi superficiali in tutta la loro generalità, conviene introdurre sotto il secondo integrale duplicato (equazione (30) n. 9) un sestinomio e non il solo trinomio (43). Ora invece l'applicazione del principio fisico relativo all'azione molecolare limiterebbe la considerazione unicamente al trinomio (43): il che rialza nel nostro concetto l'analisi del n. 10, che dicemmo ristretta ad un caso particolare, ma che intanto avrebbe tutta l'estensione che corrisponde al principio regolatore della moderna fisica molecolare. Io però tengo per fermo che la compiuta analisi del moto e dell'equilibrio de' sistemi superficiali esige il calcolo del sestinomio, e la considerazione delle sei forze, conforme si è detto al n. 32 del Capo precedente. In appoggio della mia opinione vale il riflettere che il principio fisico dell'azione molecolare applicato ai sistemi lineari (come vedremo fra poco) riduce ad una sola le tre forze già riscontrate per tal sorta di sistemi col metodo lagrangiano, e anche qui per doppia strada. Eppure (Capo precedente n. 31) le forze che vengono dalla flessione e dalla torsione delle linee elastiche hanno un riscontro in natura. Qui l'analogia fornisce un forte argomento per credere che avranno un riscontro in natura anche le forze delle quali ci ha messo in avvertenza, parlando delle superficie, la considerazione degli altri tre termini del sestinomio, ossia (come dichiarammo al n. 33) le forze che agiscono sui due raggi di curvatura e sull'angolo da essi compreso. Pertanto l'applicazione del principio fisico adottato in questo Capo, se può abbracciar tutti i casi dei sistemi a tre dimensioni, compare mancante per alcuni casi delle altre due sorte di sistemi: riesce però a rappresentare rigorosamente anche varii casi di questi secondi, tra i quali quelli spettanti alla teoria dei fluidi, come diremo in appresso.

42. Trasformeremo gli integrali (44) tenendo un andamento conforme al praticato per trasformare gli integrali (12): porremo cioè, in riscontro colle equazioni (14),

$$(45) \quad \begin{aligned} \xi &= \frac{dx}{da} f + \frac{dx}{db} g + \frac{1}{2} \frac{d^2 x}{da^2} f^2 + ec. \\ \eta &= \frac{dy}{da} f + \frac{dy}{db} g + \frac{1}{2} \frac{d^2 y}{da^2} g^2 + ec. \end{aligned}$$

talchè la composizione della T sarà in generale qual'è rappresentata dall'espressione

$$(46) \quad T(x, y, z(x, y), x + \xi, y + \eta, z(x + \xi, y + \eta)).$$

Nelle (45), prendendo per incognite quelle f, g che nei secondi membri sono a dimensione lineare, potremo cavarne i valori, i quali, rammentata la (33), saranno

$$(47) \quad \begin{aligned} f &= \omega \left(\xi \frac{dy}{db} - \eta \frac{dx}{db} \right) + ec. \\ g &= \omega \left(\eta \frac{dx}{da} - \xi \frac{dy}{da} \right) + ec. \end{aligned}$$

dove negli eccetera seguirebbero termini colle f, g a non meno di due dimensioni, termini che mediante la continua sostituzione degli stessi valori (47), si cambierebbero in altri coi quadrati e col prodotto delle ξ, η , e colle potenze più elevate delle medesime.

Volendo trasformare un integrale duplicato preso per le variabili f, g in un altro per le variabili ξ, η , si sa che conviene introdurre sotto il segno, come fattore, il valore del binomio

$$\frac{df}{d\xi} \frac{dg}{d\eta} - \frac{dg}{d\xi} \frac{df}{d\eta};$$

calcolandolo pertanto coll' assumere i valori (47), si trova

$$(48) \quad \omega^2 \left(\frac{dx}{da} \frac{dy}{db} - \frac{dy}{da} \frac{dx}{db} \right) + \text{cc.}$$

ove l'aggiunta significata dall'eccetera conterrebbe termini nei quali le ξ, η sarebbero per lo meno ad una dimensione, e può lasciarsi andare per la ragione che diremo a momenti. La quantità (48) si riduce poi semplicemente ω in forza della (33), ossia ΓR in forza della (40) n. 10, e può cavarsi fuori dal segno integrale non contenendo le variabili ξ, η .

Dopo ciò, avendo sott'occhio le (47), e la ricordata (40) n. 10, gli integrali (44) risultano

$$(49) \quad \begin{aligned} \lambda &= 2\Gamma^3 R^3 S. T \left(\xi \frac{dy}{db} - \eta \frac{dx}{db} \right)^2 \\ \mu &= 2\Gamma^3 R^3 S. T \left(\eta \frac{dx}{da} - \xi \frac{dy}{da} \right)^2 \\ \nu &= 2\Gamma^3 R^3 S. T \left(\xi \frac{dy}{db} - \eta \frac{dx}{db} \right) \left(\eta \frac{dx}{da} - \xi \frac{dy}{da} \right) \end{aligned}$$

dove il simbolo S . ha il significato

$$(50) \quad S. = \int_{-x}^x d\xi \int_{-x}^x d\eta.$$

Ho trascurato nei valori (49) i termini seguenti, i quali avrebbero avuto sotto il segno integrale le ξ, η a più alta dimensione della seconda, e la ragione è la medesima già addotta al n. 41 sul poter trascurare gli integrali (40). Di qui anche il perchè potevasi lasciar via nell'espressione (48) l'aggiunta indicata dall'eccetera: quell'aggiunta non avrebbe dato che termini di quelli che adesso abbiamo trascurati.

Pongasi per abbreviare

$$(51) \quad L = S. T\xi^2; \quad M = S. T\eta^2; \quad O = S. T\xi\eta$$

e vedremo facilmente i valori (49) mutarsi in questi altri

$$\begin{aligned}
 \lambda &= 2\Gamma^3 R^3 \left\{ L \left(\frac{dy}{db} \right)^2 + M \left(\frac{dx}{db} \right)^2 - 2\Theta \frac{dx}{db} \frac{dy}{db} \right\} \\
 \mu &= 2\Gamma^3 R^3 \left\{ L \left(\frac{dy}{da} \right)^2 + M \left(\frac{dx}{da} \right)^2 - 2\Theta \frac{dx}{da} \frac{dy}{da} \right\} \\
 \nu &= 2\Gamma^3 R^3 \left\{ \Theta \left(\frac{dx}{da} \frac{dy}{db} + \frac{dy}{da} \frac{dx}{db} \right) - L \frac{dy}{da} \frac{dy}{db} - M \frac{dx}{da} \frac{dx}{db} \right\}.
 \end{aligned}
 \tag{52}$$

Ottenuti questi, interessa assai aver anche quelli delle A, B, C che entrano a comporre le equazioni meccaniche generali (44) n. 10, ridotte alle variabili dello stato reale. A tale intendimento convien trovar prima quelli delle L_1, M_1, L_2, M_2 (equazioni (41) n. 10): fatta anche qui l'avvertenza sugli apici come all'occasione della formola (33). Sostituiti i valori (52), e tenendo d'occhio la (33) e la (40) n. 10, troveremo dopo facili riduzioni

$$\begin{aligned}
 L_1 &= 2\Gamma^2 R^2 \left(L \frac{dy}{db} - \Theta \frac{dx}{db} \right); \quad M_1 = 2\Gamma^2 R^2 \left(\Theta \frac{dx}{da} - L \frac{dy}{da} \right) \\
 L_2 &= 2\Gamma^2 R^2 \left(\Theta \frac{dy}{db} - M \frac{dx}{db} \right); \quad M_2 = 2\Gamma^2 R^2 \left(M \frac{dx}{da} - \Theta \frac{dy}{da} \right).
 \end{aligned}$$

Partendo ora da questi per calcolare le A, B, C sulle (43) n. 10, sempre col giuoco della (33), troveremo valori molto semplici, i quali, richiamate le (51), saranno

$$A = 2\Gamma^2 R^2 S \cdot T\xi^2; \quad B = 2\Gamma^2 R^2 S \cdot T\eta^2; \quad C = 2\Gamma^2 R^2 S \cdot T\xi\eta.
 \tag{53}$$

Notabile è qui il pregio della semplicità come nei valori (25) n. 37 ai quali servono di riscontro: qui come là possiamo formarci idee ben chiare sulla struttura di tali quantità.

43. Facciamo l'applicazione delle trovate formole al caso del fluido che si muove in una superficie, caso pel quale l'analisi non è certamente soltanto approssimata, ma esatta: essendo qui fuori di dubbio che non hanno luogo le tre ultime specie di elasticità delle quali parlammo alla fine del n. 41.

Come al n. 38, e a riscontro della espressione (26), la T diventa

$$T(x, y, z(x, y), \sqrt{\xi^2 + \eta^2 + [z(x + \xi, y + \eta) - z]^2})$$

e può considerarsi ridotta più semplicemente alla forma

$$T(x, y, z, \sqrt{\xi^2 + \eta^2 + (z'\xi + z'\eta)^2}),
 \tag{54}$$

perchè immaginando svolto il radicale, e quindi anche la T per gli altri termini

dello sviluppo di $z(x + \xi, y + \eta)$ oltre i due primi che si conservano, ei verrebbero di quegli integrali che diciamo potersi trascurare.

Convien dunque per conseguire i valori di L, M, O colle (51) calcolare quei tre integrali colla forma di T scritta nella espressione (54). Osserviamo essere identicamente

$$(55) \quad \xi^2 + \eta^2 + (z'\xi + z\eta)^2 = \left(\frac{R}{\sqrt{1+z'^2}} \xi \right)^2 + \left(\frac{z'z\xi + (1+z'^2)\eta}{\sqrt{1+z'^2}} \right)^2.$$

Quindi ponendo

$$(56) \quad p = \frac{R}{\sqrt{1+z'^2}} \xi ; \quad q = \frac{z'z\xi + (1+z'^2)\eta}{\sqrt{1+z'^2}} ;$$

le cui inverse sono

$$(57) \quad \xi = \frac{1+z'^2}{R\sqrt{1+z'^2}} p ; \quad \eta = \frac{Rq - z'z p}{R\sqrt{1+z'^2}} ;$$

trasformeremo i tre integrali duplicati (51) prendendoli per le nuove variabili p, q . Non ci occupiamo dei limiti, giacchè questi sono sempre i due infiniti: ma dobbiamo calcolare il valore del solito fattor binomiale

$$\frac{d\xi}{dp} \frac{d\eta}{dq} - \frac{d\eta}{dp} \frac{d\xi}{dq}$$

da introdursi sotto il segno integrale: esso, per effetto dei valori (57), si riduce $\frac{1}{R}$.

Avremo pertanto, in forza delle equazioni (55), (56), (57):

$$L = \frac{1+z'^2}{R^3} S. T(x, y, z, \sqrt{p^2+q^2}) p^2$$

$$M = \frac{1}{(1+z'^2)R^3} S. T(x, y, z, \sqrt{p^2+q^2}) (Rq - z'z p)^2$$

$$O = \frac{1}{R^3} S. T(x, y, z, \sqrt{p^2+q^2}) p (Rq - z'z p)^2$$

nelle quali il simbolo S . ha il significato

$$S. = \int_{-\infty}^{\infty} dp \int_{-\infty}^{\infty} dq .$$

È facendo per abbreviare

$$Q = S. T(x, y, z, \sqrt{p^2+q^2}) p^2 ; \quad V = S. T(x, y, z, \sqrt{p^2+q^2}) q^2$$

$$(58) \quad U = S. T(x, y, z, \sqrt{p^2+q^2}) p q ;$$

vedremo facilmente come i precedenti valori diventino

$$\begin{aligned} L &= \frac{1+z_7^2}{R^3} Q \\ M &= \frac{1}{R(1+z_7^2)} V - \frac{2z'_7 z_7}{R^2(1+z_7^2)} U + \frac{z_7^2 z_7^2}{R^3(1+z_7^2)} Q \\ O &= \frac{1}{R^2} U - \frac{z'_7 z_7}{R^3} Q . \end{aligned}$$

Presentemente un ragionamento desunto dalla teorica degli integrali definiti, che è quel medesimo già usato al n. 38 per giungere alle equazioni (27), (28), ci fa conoscere, osservando le (58), essere Q , V fra di loro eguali, e la U zero. Pertanto gli ultimi valori di L , M , O si riducono

$$(59) \quad L = \frac{1+z_7^2}{R^3} Q ; \quad M = \frac{1+z_7^2}{R^3} Q ; \quad O = - \frac{z'_7 z_7}{R^3} Q .$$

Qui s'immaginino sostituiti nei primi membri gli integrali equivalenti scritti nelle (51), e allora, assunta per maggior comodo la denominazione

$$(60) \quad \Pi = \frac{2\Gamma^2}{R} Q ,$$

dedurremo subito dalle (53)

$$(61) \quad A = \Pi(1+z_7^2) ; \quad B = \Pi(1+z_7^2) ; \quad C = - \Pi z'_7 z_7 .$$

Questi valori combinano perfettamente coi (36) del n. 40, e sostituiti nelle (44) n. 9, ci restituiscono dimostrate in generale per qualunque fluido le equazioni (38). Diremo dunque qui, come al n. 66 m. p., che la maniera lagrangiana, per mettere in equazione il moto de' fluidi da noi adottata nel n. 40, era esatta, giacchè conduce a risultati provati altrimenti veri. E quantunque paresse ristretta al solo caso dei liquidi, era possibile, come già toccammo sulla fine del n. 66 m. p., estenderla anche ai fluidi elastici: il che tralasciamo di dichiarare più ampiamente sembrandoci superfluo. Coll'andamento attuale, oltre aver conseguita la dimostrazione generale, veniamo a guadagnare qualche cognizione di più sulla natura della forza interna, e passiamo a vederlo.

44. Volendo procurare una rappresentazione alla quantità Π , che entra a comporre le equazioni generali (38), come già facemmo per la Λ verso il fine del n. 35, conviene richiamare le equazioni (47) del n. 10, le quali si verificano ai limiti. Immaginiamo qui pure, con artificio simile al già usato in quel n. 35, segregata per entro alla massa del sistema superficiale una porzione qualunque limitata da una curva a doppia curvatura arbitraria, per la quale risulti fra le x, y una equazione

$$f(x, y) = 0 ;$$

il punto (x, y, z) sia sopra questa curva di contorno: le equazioni meccaniche siano intese limitate al moto e all'equilibrio di questa sola porzione del sistema, restando supplito l'effetto di tutta la materia circostante da pressioni esercitate sull'anzidetta linea di contorno.

Quelle equazioni (47) n. 10 ci danno, visti i valori (61),

$$(62) \quad \begin{aligned} (\lambda) V(\Gamma) - \Pi [z'z_r + (1 + z_r^2)y'] &= 0 \\ (\mu) V(\Gamma) + \Pi [z'z_r y' + 1 + z_r^2] &= 0 \\ (\nu) V(\Gamma) - \Pi [z'z_r + (1 + z_r^2)y'] z' + \Pi [z'z_r y' + 1 + z_r^2] z_r &= 0 \end{aligned}$$

essendo
$$V = \sqrt{1 + y'^2 + \left(\frac{dz}{dx}\right)^2}$$

dove $\frac{dz}{dx} = z' + z_r y'$, cioè $\frac{dz}{dx}$ significa la derivata totale della z per la x , z' la sola derivata parziale della $z(x, y(x))$ per la x che è esplicita alla y : y' è la derivata della y per la x . Rammentisi poi che nel luogo citato si è detto essere (Γ) la densità lineare pel punto (x, y, z) di quella curva, (λ) , (μ) , (ν) le tre componenti rettangolari della pressione esercitata su detto punto.

Le (62), dopo facili riduzioni, possono scriversi

$$(63) \quad \begin{aligned} (\lambda)(\Gamma) &= \Pi R \cdot \frac{y' + z_r \frac{dz}{dx}}{RV} ; \quad (\mu)(\Gamma) = - \Pi R \cdot \frac{1 + z_r \frac{dz}{dx}}{RV} \\ (\nu)(\Gamma) &= \Pi R \cdot \frac{z' y' - z_r}{RV} . \end{aligned}$$

Queste ci dicono due verità importanti. La prima che le tre $(\lambda)(\Gamma)$, $(\mu)(\Gamma)$, $(\nu)(\Gamma)$ sono le componenti rettangolari secondo i tre assi di un'unica forza ΠR , la cui direzione fa coi tre assi medesimi angoli di coseni

$$(64) \quad \frac{y' + z_r \frac{dz}{dx}}{RV} ; \quad - \frac{1 + z_r \frac{dz}{dx}}{RV} ; \quad \frac{z' y' - z_r}{RV} ;$$

è perpendicolare (come a momenti dimostreremo) alla tangente della curva di contorno nel punto (x, y, z) , e giace nel piano ivi tangente alla superficie. Ecco la quantità ΠR rivestita della rappresentazione dell'anzidetta forza. La seconda verità è che questa pressione ΠR , in conseguenza della (60), è espressa anche da $2\Gamma^2 Q$; cioè, quando Q (rivedi la prima delle (58)) non è funzione delle x, y, z , perchè queste non entrano nella T esplicitamente al radicale (caso dei fluidi elastici non gravi, come si è detto anche al n. 39), si verifica qui pure il teorema di Mossotti e di Laplace della proporzionalità

della pressione al quadrato della densità. Che poi le tre componenti rettangolari della pressione debbano essere in quel punto le (λ) , (μ) , (ν) moltiplicate per la densità lineare (Γ) , si troverà convenientissimo dopo aver ricordati i ragionamenti addotti sul fine del n. 35. Vorrei che questi moltiplicati esempi servissero a persuadere che la chiarezza delle idee risulta soltanto dal complesso di tutte le parti della questione esaminata nell'insieme delle varie equazioni per l'interno dei sistemi e per i limiti: equazioni che emergono spontaneamente dai nostri metodi.

45. Metto la dimostrazione del teorema geometrico enunciato riguardo alle frazioni (64). Che la somma dei loro quadrati eguaglia l'unità, condizione indispensabile affinché esse esprimano i valori dei coseni dei tre angoli fatti da una retta coi tre assi ortogonali, è proprietà facilmente verificabile dopo ricordati i valori di R e di V : ma l'andamento regolare è il seguente.

Siano

$$(a) \quad \frac{l-x}{\alpha} = \frac{m-y}{\beta} = \frac{n-z}{\gamma}$$

le equazioni di una retta che passa pel punto (x, y, z) : α, β, γ sono i tre coseni degli angoli eh'essa fa coi tre assi ortogonali. Tal retta deve essere perpendicolare alla tangente nel punto (x, y, z) della curva a doppia curvatura, tangente le di cui equazioni sono

$$\xi - x = \frac{\eta - y}{y'} = \frac{\zeta - z}{\frac{dz}{dx}}.$$

Dunque l'angolo fatto da queste due rette deve essere retto, e quindi per teorema notissimo fra i coseni degli angoli da esse fatte coi tre assi

$$(b) \quad \alpha + \beta y' + \gamma \frac{dz}{dx} = 0.$$

Di qui la nostra retta deve giacere sul piano tangente alla superficie nel punto (x, y, z) , piano la cui equazione è

$$(p-x)z' + (q-y)z = r-z;$$

i valori pertanto di l, m, n cavati dalle (a) debbono soddisfare a quest'ultima equazione ove mettansi per p, q, r : di qui l'altra

$$(c) \quad \alpha z' + \beta z - \gamma = 0.$$

Aggiungiamo l'equazione

$$(d) \quad \alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2 = 1$$

portata dalla condizione più sopra ricordata. La risoluzione delle tre equazioni (b), (c), (d), che si presenta facile e lascio alla perizia del lettore, darà per α, β, γ i valori (64).

46. Finalmente tratteremo presso a poco allo stesso modo anche i sistemi lineari.

Qui pure, come al n. 40, faremo precedere l'analisi del moto di un liquido alla maniera di Lagrange, giusta la quale si contempla la sola condizione della densità costante. Essendo (n. 11, 67, m. p., ed equazione (6) n. 43 dell'attuale)

$$\Gamma = \frac{1}{\sqrt{\alpha}},$$

nella supposizione della densità costante avremo

$$\alpha = \text{cost.};$$

eperò il termine da aggiungere sotto il secondo integrale nell'equazione generalissima (8) del n. 7, sarà unicamente $\frac{1}{2} \lambda \delta \alpha$. Il caso attuale combina con quello degli altri due coefficienti μ, ν resi nulli, già trattato nel n. 7 anzidetto: sono pertanto qui applicabili le equazioni colà segnate (14), che riducono le (12) ivi precedenti alle

$$(65) \quad \begin{aligned} \Gamma V \left(X - \frac{d^2 x}{dt^2} \right) &= \left(\frac{\lambda}{\Gamma V} \right)' \\ \Gamma V \left(Y - \frac{d^2 y}{dt^2} \right) &= \left(\frac{\lambda y'}{\Gamma V} \right)' \\ \Gamma V \left(Z - \frac{d^2 z}{dt^2} \right) &= \left(\frac{\lambda z'}{\Gamma V} \right)' \end{aligned}$$

essendo

$$V = \sqrt{1 + y'^2 + z'^2};$$

qui gli apici indicano le derivate di y, z relativamente alla x . Da queste si cava il valore di $\frac{\lambda}{\Gamma}$, come nella (15) del citato numero, che è bene d'immaginare ripetuta in questo luogo.

Viste poi le equazioni (9), (11) del n. 7, e ricordato quanto si è detto nei luoghi analoghi pei sistemi a tre e due dimensioni (n. 51 m. p., e n. 40 e 44 dell'attuale): si capirà che a ciascuno dei punti all'estremità del sistema lineare deve verificarsi un'equazione

$$(\lambda) \delta x + (\mu) \delta y + (\nu) \delta z + \frac{\lambda}{\Gamma V} (\delta x + y' \delta y + z' \delta z) = 0,$$

la quale si rompe nelle tre

$$(66) \quad (\lambda) = \frac{\lambda}{\Gamma V} ; (\mu) = \frac{\lambda y'}{\Gamma V} ; (\nu) = \frac{\lambda z'}{\Gamma V},$$

essendo (λ) , (μ) , (ν) le tre componenti rettangolari secondo i tre assi di una forza applicata singolarmente a quel punto estremo.

E adesso vediamo a che vien ridotta la questione dei sistemi lineari dal principio adottato in questo Capo.

Considerate le equazioni (5), (8) del n. 42 capiremo che nella serie (8) basterà tener conto del solo primo termine (1) ∂x , essendo (4) $= \int df \cdot T f^2$ e T della forma

$$(67) \quad T(x, y, z, x + \xi, y(x + \xi), z(x + \xi))$$

gli altri coefficienti nella serie sarebbero integrali dove sotto il segno la T verrebbe ad essere moltiplicata per f^3, f^4 , ec., e si proverebbero trascurabili con ragionamento analogo al già fatto per gli altri due sistemi.

Abbiamo poi

$$(68) \quad \xi = \frac{dx}{da} f + \frac{1}{2} \frac{d^2x}{da^2} f^2 + \text{ec.}$$

e ne deduciamo inversamente

$$f = \frac{\xi}{\frac{dx}{da}} + \text{ec.}$$

dove nell'ecetera seguirebbero termini colla ξ al quadrato, al cubo, ec. Questi' ultima può anche scriversi (vedi equazione (13) n. 7)

$$(69) \quad f = \Gamma V \xi + \text{ec.}$$

e con un tal valore di f trasformato il precedente integrale risulta

$$(4) = \Gamma^3 V^3 \int d\xi \cdot T \xi^2;$$

giacchè si trascurano per la solita ragione gli integrali seguenti nei quali la ξ sotto il segno fosse a più alta dimensione della seconda.

Ecco il coefficiente di ∂x quello stesso che più sopra abbiamo designato con $\frac{\lambda}{2}$; quindi

$$(70) \quad \lambda = 2\Gamma^3 V^3 \int d\xi \cdot T \xi^2.$$

Pel caso del fluido la forma della T è giusta il detto più volte

$$T(x, y, z, \sqrt{\xi^2 + (y'\xi + \text{ec.})^2 + (z'\xi + \text{ec.})^2})$$

e può ritenersi semplicemente

$$(71) \quad T(x, y, z, \xi \sqrt{1 + y'^2 + z'^2})$$

lasciando andare sotto il radicale gli ulteriori termini con potenze più elevate di ξ , e ciò per la stessa ragione già addotta parlando della formola (54).

Laonde nel caso attuale la (70) diventa

$$(72) \quad \lambda = 2\Gamma^3 V^3 \int d\xi \cdot T(x, y, z, \xi V, \xi^2).$$

Trasformiamo l'integrale ponendo

$$\xi V = p \quad \text{nuova variabile}$$

e ci verrà

$$(73) \quad \frac{\lambda}{V} = 2\Gamma^2 \int dp \cdot T(x, y, z, p) p^2;$$

i limiti di questo integrale possono ritenersi al solito l'infinito negativo e il positivo.

La quantità $\frac{\lambda}{V}$ prende una rappresentazione mediante un artificio simile al già usato al n. 44, quello cioè di considerare separatamente il moto di un arco di grandezza arbitraria, qual porzione del nostro fluido lineare, di cui il punto (x, y, z) sia ad una delle estremità: essendo supplito l'effetto di tutta la materia che precede o segue un tal arco per mezzo di pressioni ai suoi due corpi.

Le equazioni (66) provano che (λ) , (μ) , (ν) sono le tre componenti rettangolari di un'unica forza $\frac{\lambda}{V}$ diretta secondo la tangente della curva nel punto (x, y, z) . Adunque la $\frac{\lambda}{V}$ è la pressione nel punto (x, y, z) proveniente dalla materia che precede: e il suo valore (73) ci fa vedere che quando la forza interna T non è funzione di x, y, z , detta pressione è proporzionale al quadrato della densità: terzo ritorno del teorema di Mossotti e di Laplace.

NOTA AL CAPO IV.

Le sei quantità geometriche, i valori delle quali sono trovati dall'Autore, composti colle sole sei quantità $\alpha, \varepsilon, \delta$... e loro derivate, sono: le derivate delle lunghezze degli archi di due linee tracciate sul sistema superficiale; il coseno dell'angolo compreso dalle tangenti ad esse linee nel loro punto di intersezione; i raggi di curvatura delle linee medesime in quel punto, ed il coseno dell'angolo compreso da questi raggi.

Ora si presentano due domande. Non vi saranno altre quantità geometriche oltre le sei suddette, i valori delle quali sieno rappresentabili da quelle sei quantità? E nel caso si potesse dimostrare che ne sussistono altre, saranno ancora le sei superiori le più opportune ad introdursi nell'equazione della dinamica come quantità che vengono fatte variare dalle forze interne?

Che le sei superiori non sieno le sole quantità geometriche rappresentabili mediante le $\alpha, \varepsilon, \vartheta, \dots$ e loro derivate, lo si prova ponendo

$$D = \begin{vmatrix} x' & y' & z' \\ x & y & z \\ x'' & y'' & z'' \end{vmatrix}, \quad D_1 = \begin{vmatrix} x' & y' & z' \\ x & y & z \\ x' & y' & z' \end{vmatrix}, \quad D_2 = \begin{vmatrix} x' & y' & z' \\ x & y & z \\ x'' & y'' & z'' \end{vmatrix}$$

giacchè si hanno le

$$D^2 = \begin{vmatrix} \alpha & \varepsilon & \frac{1}{2}\alpha' \\ \varepsilon & \vartheta & \varepsilon' - \frac{1}{2}\alpha_1 \\ \frac{1}{2}\alpha' \varepsilon' - \frac{1}{2}\alpha_1 & \alpha & \end{vmatrix}, \quad D_1^2 = \begin{vmatrix} \alpha & \varepsilon & \frac{1}{2}\alpha' \\ \varepsilon & \vartheta & \frac{1}{2}\vartheta' \\ \frac{1}{2}\alpha' \varepsilon' - \frac{1}{2}\alpha_1 & \frac{1}{2}\alpha_1 & \frac{1}{2}\vartheta' \omega \end{vmatrix}$$

$$D_2^2 = \begin{vmatrix} \alpha & \varepsilon & \varepsilon_1 - \frac{1}{2}\vartheta' \\ \varepsilon & \vartheta & \frac{1}{2}\vartheta_1 \\ \varepsilon_1 - \frac{1}{2}\vartheta' & \frac{1}{2}\vartheta_1 & \vartheta \end{vmatrix}$$

e quindi tanto il valore del prodotto dei raggi di massima e di minima curvatura corrispondenti ad un punto del sistema superficiale, quanto quello della loro somma, sono dipendenti da quelle sei quantità e loro derivate. Ciò posto, rimane dubbio se debbano essere assolutamente quelle sei le quantità geometriche le quali debbono introdursi nell'equazioni della dinamica; e ciò anche considerando che fra le quantità medesime non ve n'è alcuna che dipenda essenzialmente dalla natura geometrica del sistema superficiale. Crediamo quindi più opportuno il ritenere quali quantità fatte variare dalle forze interne le stesse sei qualità $\alpha, \varepsilon, \vartheta, \dots$ come fece l'Autore al Capo II.

BRIOSCHI.

SE GLI ARABI DEL MEDIO EVO ABBIANO AVUTA QUALCHE INFLUENZA
SUI PRIMORDJ DELLA MODERNA LETTERATURA.

MEMORIA

DI

ANDREA ZAMBELLI

Letta nelle adunanze dei giorni 7 e 28 febbrajo 1856.

Che i poemi o romanzi cavallereschi di Spagna e di Provenza avessero con quelli dell'antica Arabia tal somiglianza da sembrarne una conseguente ispirazione, io già ne feci qualche cenno nella Memoria precedente (1). Il poema di Antar, che è del secolo VII dell'Era nostra (2), è infatti scompartito in tante strofe o stanze al pari di quello del Cid, e, dirò pure, al pari dei poemi provenzali di Flamenea e di Gerardo di Rossiglione, che sono del duodecimo secolo; e, facendo la debita differenza da un guerriero dell'arabo Deserto al *Campeador* castigliano, il Cid, questo tipo degli spagnoli e provenzali campioni, è un eroe che può paragonarsi ad Antar, trovandosi così nell'uno come nell'altro uguali virtù cavalleresche, la difesa dei deboli, la generosità coi nemici e coi vinti, il culto di una donna, a cui ne sono rivolti in ogni impresa, in ogni luogo i pensieri.

Or proseguendo la dimostrazione, ch'io mi sono in questo luogo assunta, e facendone un più minuto esame che ne paja, starci per dire, un regolare processo, verrò citando a mano a mano que'brani dell'arabo poema, da cui possa risultare evidentemente la somiglianza e la ispirazione, accennate di sopra.

(1) Vedi il Vol. V, pag. 147, 253 e 597.

(2) Secondo ciò che si legge nei *Poeseos Asiaticæ Commentarii* di G. Jones, a carte 592, pare che Antar, o Antarah, fosse ad un tempo e il poeta e l'eroe del poema. « Heros eximius, dice il celebre orientalista, qui in eo laudatur, idem est ille Antarah, qui carminum Moallakat, ut apellantur, quintum composuit ».

Facciamo adunque una rivista di codesti brani nella riputata traduzione dell'orientalista Gustavo Dugat, inserita nel *Giornale Asiatico di Parigi*; ehè certo meritano il pregio dell'opera ad interessarvisi.

Alla sua diletta Ebla, che si maraviglia delle cicatrici, le quali anneriscono il di lui corpo, eosì dice enfaticamente Antar: « le lance non recano la morte al valoroso; solo il codardo periscee (1) »: poco appresso, quando il re di Hira gli domanda: a che tanti pericoli affronti per un'araba fanciulla?: Antar risponde queste caratteristiche parole: « amore costringe l'uomo a cavalcare sui pericoli e sugli orrori: per cagione di lui cadono le teste degli uomini: egli non approva che gli amanti, i quali hanno gustata l'amarezza dell'assenza: non v'ha sventura, pari a quella che nasce da uno sguardo, lanciato fra la trasparenza d'un velo; quindi anche nasce talora la tentazione fatale, onde una donna ei conduce alla nostra rovina (2) ». Alle quali parole, veramente cavalleresche, somigliano queste dell'*Antologia araba* di Grangeret di Lagrange: « temi il tormento che viene da uno sguardo: quanti uomini furono atterrati da uno sguardo! »; ed alle une ed alle altre somiglia il sonetto ventesimo terzo del Petrarca, dov'egli vorrebbe . . .

. essere scarco
Del pensiero amoroso che l'atterra;

e meglio ancora il ventesimo quarto ne' versi seguenti:

Orso, e' non furon mai fiumi, nè stagni;
Nè mare, ove ogni rivo si disombra;
Nè di muro o di poggio o di ramo ombra;
Nè nebbia che il ciel copra e il mondo bagni;
Nè altro impedimento, ond'io mi lagni,
Qualunque più l'umana vista ingombra,
Quanto d'un vel che due begli occhi adombra,
E par che dica: or ti consuma e piagni (5).

Più avanti troviamo Antar, il quale al detto re, maravigliato del suo valore, questi nobili sensi esprime: « principe, pei generosi la nobiltà consiste nello scontro delle lance, ne' colpi delle taglienti scimitarre, nella pazienza sul campo

(1) V. il *Journal Asiatique*, T. XII, p. 456.

(2) *Ibidem*, p. 459 et suiv.

(5) Ediz. Le Monnier.

di battaglia: io sono il protettore della tribù di Ahbs quando è abbattuta; il difensore delle sue donne quando è volta in fuga; il suo eroe quando essa si inorgoglisce della sua gloria; la sua spada quando si slancia nel combattimento (1) ». E questo Antar, sì prode, sì formidabile, pur mai non dimentica la compagna del suo cuore. Ora, nell'affrontare ed uccidere un leone, esclama: « io sono sempre quegli che ama Ebla: o Ebla, saprai tu i pericoli che io ho affrontati nel paese dell'Irák? (2) »: ora, prima di assaltare un numeroso esercito di Persiani, nemici di quel re, e i quali mette in rotta con miracoloso valore, profferisce le parole: « pe' tuoi begli occhi, o Ebla (3) ».

Nè qui finiscono le prove cavalleresche di Antar. Altre, ancora più luminose, ne celebra il poema; le quali riescono una maggiore dimostrazione di quanto affermo. In un singolare certame egli giunge con azioni stupende ad atterrare ed uccidere il valoroso Cosroe, Satrapo di Kezra, re di Persia (4); indi, rappacificatosi con questo principe, anzi divenuto suo campione nella di lui guerra contro l'Impero Greco, e già in procinto di affrontarsi col Patrizio, adoratore della Croce, uno de' più prodi guerrieri del suo tempo, giura di non prender cibo, nè riposo, nè sonno prima di aver fatta bere a quel superbo la coppa della morte (5); e, di fatto, dopo un lungo e terribile conflitto, lo uccide; e poi, in atto sì feroce da disgradarne qualsiasi cavaliere errante, sfida ogni più valoroso a battaglia. Intanto, continuando il suo romanzesco amore, vieppiù si infiamma nel desiderio dell'amata fanciulla. Colmato di doni e di onori dal monarca persiano, esclama: « o Ebla, dove sono gli ocelli tuoi? Chè non vedi tutti i beni e tutte le ricchezze del tuo amante? » Circondato da greche donzelle, divenute le sue schiave, e che lo servono e vezzeggiano, non rivolge ad alcuna di esse uno sguardo, perchè, com'egli dice, « l'amore di Ebla è solo nel suo cuore ». Invano il re di Mira lo invita a dimenticare fra sì leggiadre ancelle, fra tanti piaceri le sue tende, e a vivere una vita regale. « Questi favori, egli risponde, non hanno alcun pregio a'miei sguardi; il mio cuore, il mio pensiero trovansi in altri paesi, in quella patria, ove dimora l'amica mia: lontano da lei, attendo che il suo fantasma venga a visitarmi nel sonno »; e,

(1) V. *Journal Asiatique*, T. XII, p. 439. V. anche *Hamise Carmina*, tradotti in latino ed illustrati da Guglielmo Freytag, a pag. 307 del Cap. IV, dove si parla a lungo di questa tribù, una delle prime d'Arabia, e si ricorda Antar.

(2) *Ibidem*.

(3) *Ibidem*, T. XIII, p. 582 et suiv.

(4) *Ib.*, p. 590 et suiv.

(5) *Ibidem*, T. XIV, p. 525.

ciò dicendo, abbandonasi al pianto (1). Ben era fervido, leale e cavalleresco amore codesto, quale potea celebrarlo, non che un poeta provenzale, un Petrarca, un Ariosto! Assalito in appresso da invidiosi e perfidi nemici, li batte e poi perdona; provasi ad ultimo in campo col terribile Rustano, il persiano Rodomonte, lo vince, lo uccide: e pur sempre pensa alla sua Ebla; si sovviene dell'alito di lei nel respirare i profumi d'un tempio; e si cruccia di starle lontano; e non sa essere lieto finchè non la rivede (2).

In conclusione, questo Antar, questo arabo eroe del settimo secolo, è il fiore, il tipo d'ogni cavalleria. In codesto antico modello, anteriore di gran lunga a qualunque altro, e il quale riassume in sè medesimo tutte le cavalleresche virtù del Califfo Abderamo, già ricordate, tutte quelle degli Arabi di Spagna, i quali vedemmo pure essere stati i primi cavalieri d'Europa, segnatamente il valore nell'armi, la generosità coi vinti, la protezione dei deboli e l'amor puro e casto per una donna sopra tutte le altre amata, noi discerniamo a occhi veggenti il germe, l'embrione di qualsiasi più nobile cavaliere ci rammentino le nostre istorie del medio evo o ci cantino i poeti, i romanzieri di Spagna, di Provenza, o di altra contrada. Qui, astraendone la varietà de' paesi e de' costumi, si scorge una lontana sì ma evidente immagine di quel Cid, che nelle Spagne tanti valorosi atterra, tante ingiurie vendica e perdona, tanti deboli e oppressi protegge, sempre leale suddito e campione di un re che pur l'offende, sempre innamorato della sua Climene fra tante donne e fanciulle che lo amano e lusingano. Vi si scorge a parecchi tratti Lancillotto del Lago, il quale, tra infiniti trofei lasciati in molte e diverse regioni, non sa mai scordare i doveri della cavalleria e la diletta Ginevra; vi si scorge più ancora Tristano, il cui fervido e cavalleresco amore per la bella Isotta sopravvive a tutte le prove, a tutte le traversie; vi si scorgono, diciam pure, a non pochi barlumi, e Gerardo di Rossiglione, e Orlando e Rinaldo e quanti altri cavalieri cantò la poesia francese, l'italiana e la nordica. Certo, e il poema di Asea, uno anch'esso dei Moallakat, cioè degli appesi al tempio della Mecca, che è quanto a dire dei primi dell'antica Arabia, ma del tempo di Maometto, e il Said di Abou'lala, del nono secolo, e il Tantarani, posteriore di cent'anni, ma pur esso antico, tradotti ed illustrati tutti e tre da Silvestro di Saey (3), il secondo anche da Jones (4), ci

(1) *Ib.*, p. 554 et suiv.

(2) *Ib.*, p. 559 et suiv.

(3) *Chrestomathie Arabe*. Seconde Édition, 1826, T. II, p. 464 et 495. *Ibidem*, T. III, p. 81.

(4) *Poeseos asiaticæ Commentarii*, p. 584 e seguenti. V. anche: *Traité sur la poésie orientale*. Section VII. Ed. altresì il Capitolo VI dell'*Hamâsa*, tradotto in latino da G. Freytag: *De hospitibus, laudibusque*.

offrono i germi di quelle cavalleresche doti, di quel puro e romanzesco amore, non mai scordato da un cavaliere, di quella prodezza, mista alla liberalità dei sensi, la quale difende i deboli e sconfigge i forti. Chiare, evidenti prove ne può avere chi legga, com'io infatti più volte le lessi, quelle dotte traduzioni. Ma nessuno arabo campione ci rappresenta un cavaliere che pareggi Antar; egli è il paragone, egli la perfetta idea di coloro che furono sopra gli altri per valore e per lealtà famosi (1).

Or vedi mirabil cosa! La decantata civiltà greca e romana ignorava quel cavalleresco onore, quella poesia cavalleresca, cui promoveva e coltivava in un angolo dell'Asia negli antichi tempi un popolo, allora disprezzato e quasi sconosciuto; un popolo, il quale, reso appresso pur troppo famoso e tremendo dal propagato Islamismo, recò quelle cavalleresche virtù, que'poemi cavallereschi nella Siria ed in Ispagna, donde, per provenzale riflesso, se ne propagò lo spirito e l'amore in tutta l'Europa. Per le cose dette si fa manifesto che codesto gentile spirito, codesta letteratura, per cui la civiltà moderna differisce pur tanto dall'antica, non che gli Arabi l'apprendessero dagli Europei, questi li appresero da quelli, i quali ab antico li professavano: e l'aver noi veduto e in questa e nelle precedenti Memorie, quali frutti produceesse in Europa un tale cavalleresco spirito e quale poesia vi ispirasse, ci dimostra altresì, che anche dopo l'introdotta Islamismo l'araba cavalleria e la consenziente poesia si mantennero nel loro vigor primitivo, siccome quelle che tante imitazioni e di fatti e di scritti ne promossero (2). Quindi esse provennero e non da altra fonte. Potè col tempo il Cristianesimo, secondo già dissi, incorporarsele e migliorarle per mezzo della sua perfetta morale, che appura e sublima ogni qualesa tocchi e riformi: potè la progressiva civiltà e il miglior gusto delle occidentali lettere dar loro una forma più bella e verginale: ma per crearle era mestieri, non una religione, la quale, sebbene la sola verace e divina, è pur sempre una legge di pace e di sofferenza; non la cultura de' greci e latini esemplari, i quali non le conoscevano, bensì una nazione, per propria natura di guerrieri, cavallereschi e poetici sensi dotata; i quali fossero in lei mantenuti e nutriti da un ardente clima, promotore di fantastiche e violente passioni, e da quella vita indipendente del nomade, cui pare leggiera cosa ogni pericolo, ogni sacrificio pur ch'egli conservi il proprio cavallo, la propria tenda, la propria

(1) Lo ricordano con somme lodi i preallegati *Poeseos Asiaticæ Commentarii*, e l'*Hamasa* di Freytag, il quale riporta parecchi brani di quel poema.

(2) Tale è pure l'opinione di Gustavo Dugat. V. *Revue de l'Orient*: Juillet et Août, 1855, p. 56.

domina, e la fama di generoso e indomabile cavaliere: indi a propagare codesto spirito, codesta poesia in ogni parte della terra era pur d'uopo un bellicoso culto, un proselitismo guerriero, che facesse uscire quella nazione dal Deserto nativo, e di pastorale ed errante, che era per l'addietro, ne formasse una permanente e ordinata milizia, un esercito formidabile, creatore di novelli ordini politici, di novelle società, con altre usanze, con altre tendenze civili e letterarie che le prime non erano. Politica influenza ebbe anche in ciò l'Islamismo col propagare uno spirito, un genere di letteratura, che doveva contribuire all'odierno inciviltamento; ai progressi del quale apersero una via i raddolciti costumi e i nobilitati affetti. Indirettamente vi concorse la guerriera ed espansiva legge di Maometto; ma la cavalleresca e poetica Arabia ne fu la prima, diretta, promotrice e cagione. Cavaliere fu sempre l'Arabo, così nel patrio Deserto, come ne' paesi ch'egli conquistò quando ve lo mosse la parola del suo profeta: benchè scaduto pur tanto dall'antica civiltà e gloria, cavaliere è anche al presente; e ne fa vivo testimonio il leale, generoso e poetico Abdel-Kader, e s'iam lecito il dirlo, quel capipopolo o capisetta, ch'io non so come chiamarmelo, il quale nella tentata impresa di ristabilire in Tripoli sulle turchesche rovine l'antico arabo dominio, poichè vide ridotti gli avversarj a stretta di vettovaglia, secondo ci informano accreditati giornali, pur non sofferse che di fame perissero, volendo, com'egli diceva, con la spada e non con altro batterli e superarli. « Umano, cavalleresco, dotato di quell'eroismo generoso, di cui rifiuse altre volte la nazione araba, egli vinceva, conforme abbiamo da codeste relazioni, non tanto coll'armi, quanto colla cortesia e colla benevolenza; raccoglieva e soccorreva i feriti dell'esercito nemico, rassicurava i fuggiaschi, li provvedeva di viveri ». Checchè di costui si dica o avvenga, egli è senza più un cavaliere, di quelli antichi d'Arabia (1).

E qui non posso fare che non ricordi un sapiente articolo del celebre Hammer Purgstall, inserito nel *Giornale Asiatico* di Parigi, il quale mi viene molto in acconcio nel presente caso. Dopo avere dimostrata aneli'egli la priorità degli Arabi nella istituzione della cavalleria, soggiunge: « i sensi cavallereschi di onore, di valore, di generosità, di delicato riguardo verso le donne, abbondano nei più antichi poemi dell'Arabia »; e conchiude: « siccome Ali, il genere del profeta, è il fiore e il prototipo dei cavalieri arabi, e siccome

(1) Chi brami avere maggiori notizie su questo caporione arabo, il cui nome è Gourma, può trovarle nel *Daily-News*; nella *Revue de l'Orient et de l'Algerie*, Livraisons de Juillet et Août 1833; e nel *Giornale il Crepuscolo*, n.º 52, dell'anno decorso.

Galib, che è quanto a dire *colui che prevale*, è uno dei nomi di lui, quindi risalta agli occhi il legame fra le idee e i sentimenti di cavalleria che i Provenzali intendevano significare con la loro nota parola *Galaubiè*, la quale ha la propria radice nell'arabo *galebe*, *prevalere*, *superare*, e fra il primo cavaliere dell'*Islam*. Un tal nome, egli soggiunge, si legge infatti nel *Divano*, con cui lo sceriffo Morthed volle celebrare le alte geste di quel primo propugnatore della fede di Maometto; e narra il suo commentatore, che il profeta, risalendo al cielo dopo la battaglia di Ohod, udì dall'angelo Gabriele queste parole:

Non avvi altra spada che quella di Ali:
Non avvi altro cavaliere che Ali (1).

Lo stesso Fauriel, da me più volte citato, è di fermo avviso, che la parola *Galaubia*, sì frequentemente in quel senso usata dai poeti provenzali, sia loro venuta dagli Arabi. « Intendevano per essa, egli dice, quella disposizione, quella sorta di entusiasmo, che induce l'uomo a cercare la gloria, la fama, segnatamente quella del valore nell'armi, a fare ogni possibile sforzo per ottenerla, a contenderne il premio a coloro che vi abbiano la medesima pretensione. *Galaubiè* chiamavasi colui, nel quale si scorgessero siffatte tendenze; era sinonimo di *valoroso*, di *galante*, di *cavaliere*. La quale parola, egli prosegue, già non l'appresero dalle Gallie; non l'appresero in casa, ma di fuori; l'appresero dagli Arabi, come un accompagnamento, un accessorio della cavalleria, pur da essi appresa. L'averne tolta e questa ed altre consimili parole, qualificatrici di essa cavalleria, dimostra che ne avean tolta la sostanza, così nuova per loro, che con altro vocabolo non sapeano qualificarla (2) ».

La cavalleria, i poemi cavallereschi ci vennero adunque dall'Arabia; e vi contribuì lo stesso Islamismo, come chiaro appare dalle cose finora discorse. Ma la critica imparziale mi obbliga qui pure a dire, che non tutti pensano così. La mia sentenza, per quanto si appoggi ad evidenti e solide ragioni, trova alcune divergenze nelle opinioni dei dotti; delle quali per conseguente io debbo ora intraprendere una seria e compiuta discussione: e, perciocchè questa trarrebbe troppo in lungo il presente discorso, credo opportuno il riserbarla per intero alla seguente Memoria.

(1) *Journal Asiatique*, T. XIII, p. 5 et suiv.

(2) *Histoire de la poésie provençale*, T. III, p. 524 et suiv.

Quando io, nella precedente Memoria, coi poemi cavallereschi di Antar, di Ascha, di Tantarani e di Abu 'lala, posti a riscontro di quelli di Spagna, di Provenza e di altre nazioni, e con altri argomenti, dimostrai essere stati i secondi ispirati dai primi, già non era il solo che ciò affermasse. Parecchi scrittori, e assai dappiù ch'io non mi sia, e prima e poi lo sostennero. L'autorevole Hammer Purgstall (1), Ginguéné, il coscienzioso storico della Letteratura italiana (2), Fauriel (3), il quale con non minore coscienza illustrò le poesie provenzali, Charpentier nella *Storia del risorgimento delle lettere in Europa*, e Viardot in quella *degli Arabi e dei Mori di Spagna* (4) ebbero per costante essere stati gli Arabi i primi compositori di quei poemi o romanzi, i comuni maestri dell'epopea spagnola e provenzale, e averne i poeti d'ogni altra nazione tolto dai provenzali trovatori l'esempio.

Ma Sismondi, il quale, come già si vide, riconosce dagli Arabi tanta parte della primitiva letteratura moderna, attribuisce poi l'origine dei romanzi cavallereschi, non ai Saraceni, i quali, come dice, non sono mai ricordati nei poemi della Tavola rotonda o del Ciclo di Artù che egli reputa i primi; non ai Provenzali, pur quivi, secondo il suo detto, non ricordati; ma sì bene ai Normanni, a quelli audaci avventurieri, i quali tra il secolo decimo e l'undecimo fecero in Europa tante conquiste, e, per suo avviso, introdussero segnatamente in Francia il cavalleresco costume e lo spirito d'una consenziente poesia (5). Villemain, il quale invece trova i primordii di codesti poemi nelle favolose imprese di Carlomagno, a cui, conforme egli crede, tenner dietro quelli di Spagna e dei Normanni, sembra non pertanto inclinare alla sentenza di Sismondi. Gli pare, che i trovatori di Provenza, siccome popoli meridionali, avessero maggiore attitudine ai brevi che ai lunghi componimenti, alla poesia lirica piuttostochè all'epica, e che per contrario i *Trouvères*, cioè i poeti del nord della Francia, l'avessero anzi a questa che a quella, siccome scrittori di più grave e seria natura: e quindi alla lingua *wallona* o *d'ouïls* vorrebbe riferire codesti lunghi poemi o romanzi, e non alla lingua *d'occo*. Nulladimeno, coscienzioso come fu sempre, in una nota par che ritorni sopra sè stesso, e dubiti del

(1) *Journal Asiatique*, T. XIII, p. 5 et suiv.

(2) *Histoire littéraire d'Italie*, Part. II, chap. III.

(3) T. III, ch. XL.

(4) T. II, p. 194, 195.

(5) *De la littérature du Midi*, T. I, p. 273 et suiv.

contrario, a ciò movendolo *le prose di romanzi* del provenzale Arnaldo Daniello, che Dante prepone a tutte le altre, e i provenzali poemi cavallereschi, raccolti da Raynouard ed illustrati da Fauriel (1). Anche i dottissimi autori de l'*Histoire littéraire de France*, la quale è una continuazione della benemerita opera dei Benedettini di san Mauro, inclinano a credere, e forse con maggiore convinzione che Villemain non faccia, essere stati i poemi dei *Trouvères*, i poemi che essi chiaman francesi, anteriori a quelli dei poeti del mezzodi, cioè dei provenzali o *troubadours* (2).

A maggiore dimostrazione di quanto io provai di sopra coi raffrontati testi e con altre ragioni, mi giova or dunque fornir di chiarire, come l'origine dei poemi cavallereschi si abbia a riconoscere anch'essa dai trovatori provenzali e dagli Arabi, loro maestri, anzichè dai *trouvères*; come codesto poetico e cavalleresco spirito ebbe il primitivo soffio dal mezzodi e dall'oriente piuttostochè dal settentrione.

E, innanzi tratto, dirò: i trovatori di Provenza scriveano forse in un linguaggio che francese non fosse? E non aveano ed essi e i poeti del nord della Francia, quelli che erano di là dalla Loira, una favella comune? Sismondi istesso lo afferma là dove dice « che in tutte le provincie galliche il latino era già divenuto per la massa del popolo una lingua al tutto materna (3) »; « che quindi le lingue, parlate dappoi nel mezzodi e nel settentrione della Francia, erano formate dei medesimi elementi (4); e che anzi la stessa parola *trouvères* è una derivazione di *troubadour*, e *trobair* è il nominativo di *trobadors* ». Lo afferma Raynouard (5): lo afferman pure i sullodati autori della *Storia letteraria di Francia* quando ci insegnano « trovarsi negli idiomi provenzale e francese avanzi caratteristici e certi della declinazione latina, e non essere codesti idiomi che dialetti distinti d'una lingua medesima (6) ».

Entrando di fatto in una sì grave materia con quella maggiore coscienza che per me si possa, giovami pur di premettere, che, comunque si pensi sulla questione, da molto tempo agitata, se ne'bei tempi di Roma vi fossero due linguaggi, nobile l'uno, cioè parlato dalle classi elevate, rustico l'altro, usato

(1) *Cours de littérature française*, Leçon cinquième.

(2) T. XXII, Avertissement, p. IX.

(3) *De la littérature du Midi de l'Europe*, T. I, p. 260.

(4) Cioè a p. 269.

(5) *Lexique Roman: Recherches philologiques sur la langue romane*, p. XIX.

(6) T. XXII, p. 945-6.

dal minuto popolo, questione la quale sarà sempre assai difficile, per non dire impossibile a sciogliersi, certo è, che l'idioma latino, anche nella florida e classica età d'Augusto, non poteva esimersi da qualche popolare corruttela. Le abitudini del volgo, le quali in ogni età e paese non si sono mai smentite, tendevano naturalmente ancor quivi ad alterare nella comune favella le pure voci del Lazio; tanto più, che, come bene osserva Villemain (1), troppo artificioso, troppa sintesi era nel classico idioma latino, perchè potesse sempre adattarsi il linguaggio della moltitudine, che ama piuttosto l'analisi, perchè ama di dir chiare le cose che davvicino la interessano e di farle intendere com'esse veramente sono, in modo esplicito, ancorchè grossolano e rozzo. La quale corruttela dovea pure andar crescendo cogli anni, a mano a mano che declinarono insieme colla potenza romana le latine lettere e sopravvennero i tempi grossi, e vie maggiormente alla venuta dei conquistatori settentrionali, che, quantunque, barbari com'erano, adottassero la civiltà dei vinti, pure non lasciarono di infondervi non poche delle barbare lor voci ed usanze: onde ne avvenne quella corrotta mistura, da cui doveano sorgere col tempo le volgari e appresso le moderne lingue.

Premetterò inoltre, che nella più parte dei paesi, soggetti alla romana dominazione, rimasero bensì gli antichi idiomi nazionali che non vi furono mai spenti, restringendovisi l'uso della dominante lingua latina alle leggi, alla milizia ed al culto, o a poco più; ma nell'Italia, nella Spagna e nelle Gallie l'idioma nazionale cedette a poco a poco il luogo al latino, tranne le differenze, derivate naturalmente da qualche avanzo del nativo linguaggio o dialetto, il quale s'incorporò con la lingua dominante, e vi lasciò varj ed indigeni vocaboli, varie ed indigene maniere di desinenze e di pronunzie. Alla quale prevalenza della latina favella fra i tre popoli contribuì, io credo, in primo luogo una prisea affinità di idiomi nei tre accennati paesi, un priseo comune troneo o stipite, procedente da vetuste conquiste pelasgiche, iberiche e liguri, in tempi primitivi, come han dimostrato dottissimi e coscienziosissimi scrittori, Humboldt e Fauriel (2): la primitiva comune influenza del vetusto sanscrito indoeuropeo par che vi fosse in proporzioni maggiori: secondariamente, vi concorse l'opera dei romani conquistatori; i quali fecero il potere per sostituire la propria loquela alla nazionale, le proprie alle nazionali memorie, ed

(1) *Cours de littér. française*, Leçon deuxième.

(2) V. *Dante et les origines de la langue et de la littérature italienne*, T. II. Leçon cinquième et suiv. V. *Travaux philologiques*, par Guillaume de Humboldt.

impedire le reazioni che altrimenti potessero insorgerne; ma non vi sarebbero riusciti senza quella prisca affinità di idiomi, e senza una comunanza di politici diritti e di civiltà e di costumi e di usanze, quivi abilmente introdotta dalla romana politica; onde provenne quella naturale simpatia reciproca; la quale non essendo avvenuta in età posteriori coi Goti, coi Longobardi e coi Franchi, ed Italiani e Galli e Spagnoli non parlarono già la lingua dei nuovi settentrionali dominatori, ma l'antica latina, quella che era già divenuta nazionale per essi. Vero è, che ancor questa, cioè il latino o volgare o rustico, che lo si chiama, il latino parlato dalle masse, non fu dovunque lo stesso: rimasero dovunque non poche parti delle lingue primitive, le quali o non si spensero, o assai tardarono a spegnersi nelle provincie della romana dominazione; di che poi derivarono, per la detta incorporazione di queste col romano linguaggio, le differenze nazionali, notate di sopra: ma la radice, ma il troneo latini erano: e tanto è ciò vero, che anche al presente le tre lingue, per quante varietà v'abbian potuto introdurre i varj popoli che ne dominarono i paesi, appajono tuttavia sorelle, attestano tuttavia una comune madre nel latino idioma, il quale per le accennate ragioni aveavi solcata un'impressione profonda.

Tant'è: gli Etruschi, i Veneti, i Liguri, non che gli Umbri, gli Oseli e i Sabini, segnatamente poichè parteciparono tutti alla cittadinanza ed alla gloria romana, tutti latinamente parlavano; e i loro primitivi idiomi, non tanto che vi si attraversassero, andavano sempre più o assimilandovisi o scomparendo. La Spagna, tra per la lunga dominazione romana, per le frequenti comunicazioni con Roma e per le latine lettere che vi fiorirono, adottò compiutamente la lingua della città eterna, i cui destini erano oramai divenuti i proprj: e, per valermi un'altra volta delle parole di Sismondi (1), citate di sopra: « in tutte le provincie delle Gallie, il latino avea preso il luogo del celtico, ed era divenuto per la massa del popolo una lingua affatto materna ». Nè questa fu l'opera soltanto della conquista. Così come gli ordini e gli statuti, non s'impone ai popoli la favella, qualora ad essa non li disponga una previa inclinazione. Vi cooperò, non altrimenti che in Italia e nelle Spagne, la ricordata affinità, e per conseguente la simpatia delle lingue: vi cooperò ancora l'ambizione di coloro fra i Galli, i quali furono ammessi alla dignità di cittadini romani: ancora, vi cooperarono i buoni scrittori latini, i distinti maestri di retorica e di grammatica che ne emersero; ancora, i latini spettacoli, di cui prendeva sì gran diletto il popolo, e i magnifici teatri, ond'erano adorne tutte le grandi

(1) *De la Littér. du Midi de l'Europe*, T. I, p. 260.

città e gallie ed ispane. La Gallia, la Spagna, già da parecchi secoli sottomesse a Roma, eran divenute una romana provincia. Romane trovaronle, romane chiamaronle i Visigoti e i Franchi quando vennero a soggiogarle (1).

L'Italia, le Gallie, la Spagna parlavano adunque la lingua latina: la quale, per la mistura, dove maggiore, dove minore, di nazionali voci e frasi e desinenze, e pei peggiorati tempi, andò bensì alterandosi e corrompendosi o più o meno e con le relative varietà in quelle tre provincie del romano impero, ma non sì che tra mezzo a codeste varie alterazioni e corrottele non si discernesse il troneo comune: nè poco contribuì a tale effetto la religione cristiana, propagata in codeste contrade, e la quale usava quel latino popolare e rustico, di cui oramai, nella declinazione delle romane cose, faceasi e parlando e scrivendo un uso quasi esclusivo. Vero è bene, che le invasioni barbariche, avvenute fra il secolo quinto e il sesto, apportaronvi, come dissi di sopra, qualche guasto anch'esse, se non nella sostanza, certo in parecchie nuove parole e forme, perchè, comunque siasi, la lingua del vincitore e del sovrano ha pur sempre un'influenza o maggiore o minore su quella del vinto e del suddito. Ma pure i tre idiomi, destinati, starei per dire, a rimanere fratelli in mezzo a tanta rovina d'ogni antica civiltà, conservarono una somiglianza eziandio nella stessa influenza barbarica. Gli Ostrogoti, i Visigoti, i Franchi, i Longobardi, che dominarono, quali per minore, quali per maggior tempo, in Italia, nelle Spagne e nelle Gallie, introducendovi parecchie leggi e usanze loro e con esse i relativi vocaboli, erano popoli di origine comune, popoli germanici (2); i quali, da alcune eccezioni in fuori, somigliaronsi pure nelle alterazioni di quei linguaggi, che, per le indicate ragioni, pur non furono molte, nè tali da intaccarne gli ingenti elementi. Pertanto, codesti tre volgari, anche dopo le conquiste e le dominazioni barbariche, ed anche appresso nel medio evo, se non erano identici, come sembra supporre Raynouard (3), erano però somiglianti in qualche guisa, perchè uguale ne fu il tipo primitivo, nè le alterazioni successive ne furono gran fatto efficaci e dissimili. Non la popolare corrottela, limitata di sua natura come lo sono le menti del popolo, non il dominio dei barbari settentrionali, che anzi ne appresero assai più che non vi recassero, ma la risorta civiltà, miglioratrice e perfezionatrice delle lingue,

(1) V. Sismondi, *ibidem*.

(2) V. *Storia del popolo tedesco*, di Eduardo Duller: Libro primo.

(3) *Recherches philologiques sur la langue romane*, Lexique roman, p. XI.

fu quella che a poco a poco fece poi differire assai quelle tre, sebbene non a tal termine che se ne smarrissero le antiche fisionomie, le quali ne rivelano anche odiernamente una comune radice.

E di fatto, in Ispagna la lingua catalana fu la prima ad ingentilirsi, perchè la usavano que' popoli, i quali erano continuamente in contatto degli Arabi, loro primitivi civilizzatori. Erano essi i Limosini, i Provenzali, della cui civiltà, figlia dell'araba, si è a lungo favellato di sopra; ed essi rimasero i maestri della lingua in fino a tanto che le conquiste cristiane, sterminatrici dell'araba potenza, non fecero prevalere nel paese la lingua castigliana, quella delle Asturie, della vecchia Castiglia e di Leone, in breve, dei successori di Don Pelagio. Da indi in poi il castigliano principiò ad esercitarvi quell'influenza, cui lungamente aveavi avuta il catalano; e scomparso col cessare della prima maniera di questa letteratura e col subentrarvi della seconda il carattere provenzale, la lingua divenne al tutto spagnola, cioè con un fondamento latino, ma con forme diverse dalle altre due figlie di esso.

Nelle Gallie era cosa ben naturale, che il mezzodì s'incivilisse il primo. La vicinanza e la comunicazione cogli Arabi, da cui sorsero primitivamente, come fu già dimostrato, la cavalleria, la poesia, e con esse la letteratura e la civiltà moderna; l'influenza di un clima che favorisce anch'esso in mirabil guisa il progresso degli ingegni e dei gentili costumi; e il non essere stati per lungo tempo codesti popoli ravvolti nelle continue risse e guerre feudali della Francia settentrionale; tutto ciò concorse a far precedere i Provenzali nel risorgimento delle lettere francesi, come infatti si vide manifesto nelle precedenti Memorie. Supposto ancora che i *trouvères* abbiano avuti i primi poemi cavallereschi, come vorrebbero i mentovati scrittori, non si potrà mai negare, come in fatti nol negano nè Ginguéné, nè Raynouard, nè Sismondi, nè Villemain, nè Fauriel, che la poesia provenzale, o lirica o qualsivoglia, cominciasse qualche secolo prima. È questo un fatto, cui non contraddice nè può contraddire alcuno, o che i *troubadours* o che i *trouvères* in questa questione anteponga. Non v'ha dubbio: l'aurora letteraria di Francia apparve nella Provenza per mezzo degli Arabi e degli Spagnoli; e quindi alle altre parti di quella se ne propagò la benefica luce. Ma poichè, per la funesta guerra degli Albigesì che cangiò in Provenza la faccia delle cose e ne sparse insieme colla illustre casa che la governava il poetico ardore, la lingua *d'occe* principiò a venir meno, sorse a mano a mano in suo luogo la lingua *d'ouïls*, quella parlata di là dalla Loira, nel settentrione della Francia; lingua nata anch'essa dalla medesima fonte onde derivò la provenzale e da questa istessa educata e cresciuta, ma i cui scrittori ebbero un carattere diverso, ed anzichè quello vivace e brillante

meridionale, la più posata e positiva natura d'un popolo nordico. Il passaggio della civiltà successe ancor qui, come altrove, dal mezzodi al nord, tanto più che su quello influì pur tanto l'arabo oriente; ma codesta civiltà ne fu poi modificata a poco a poco dalle varie circostanze e dal vario clima, siccome in codesti passaggi per l'ordinario si vede, chi con occhio filosofico li guardi.

Pertanto, o che fossero provenzali, o che fossero francesi i primi poemi cavallereschi, comunque se ne dica di questa questione, a cui i citati Membri dell'Istituto di Francia danno tanta importanza, l'impulso, il primo indirizzo, l'educazione pur venne dai *troubadours*, dalla Provenza: quivi in fatti apparve dapprima lo spirito cavalleresco, quivi la conseguente poesia, venuti e l'uno e l'altra dagli Arabi. Lascio stare che Raynouard e Fauriel trovano fondata sulla provenzale la primitiva grammatica francese, modificata appresso dagli ulteriori progressi della lingua *d'ouïl*; alla quale opinione ho anch'io qualche tendenza; e ve l'hanno gli stessi autori mentovati poc'anzi, donde sappiamo, essere oggimai avverata la cosa da due grammatiche provenzali del secolo deimoterzo, ultimamente scoperte, ed applicabili all'antico francese (1). Lascio pure quel che poi dimostrano i due cosecenziosi critici, segnatamente il secondo, sull'avviamento che ebbe la poesia *wallona* dalla *limosina*. Per quanta sia la stima che faccio dei due autorevoli scrittori, per quanta la soddisfazione che provo nell'allegarli a conforto d'una mia sentenza, per quanto ne sia questa giovata, voglio adesso andare in traccia di più forti ed inelzanti argomenti, di quelli che mi porgono i medesimi avversarj di essa sentenza. Sismondi, come accennai, riferisce l'origine dei poemi o romanzi cavallereschi, non ai Provenzali, istruiti dagli Arabi, sibbene ai *Trouvères*, istruiti dai Normanni (2). Eppure alcune pagine prima aveva affermato egli stesso, che la lingua *romanza wallona* acquistò una letteratura cent'anni dopo la provenzale, e che le guerre degli Albigesi, le quali mescolarono in quest'epoca gli abitanti delle due parti della Francia, contribuirono a comunicare il gusto della poesia a quello dei due popoli che era rimasto più lungamente barbaro, e il quale solamente verso il 1220 ebbe anch'esso una poesia lirica, canzoni, ballate e serventesi (3). A carte 283 dice inoltre, che gli stessi Normanni, popolo settentrionale, fra cui avea ben anco dimostrato non potere essere sorto il vero spirito cavalleresco (4), « se pur cantavano gli amori, questi amori non aveano ancora quel carattere

(1) *Hist. littéraire de France*, T. XXII, p. 943.

(2) *De la littér. du Midi de l'Europe*, T. I, p. 280 et suiv.

(3) *Ibidem*, p. 268 69.

(4) *Ibid.*, p. 272.

di costanza, di purezza, di delicatezza, cui ricevettero appresso dai romanzieri spagnoli e che si attiene alle più tenere e insieme più ardenti passioni del mezzodi; nè il soprannaturale cravi giunto a quel grado di eleganza, al quale lo fece giungere la notizia delle finzioni meridionali ». Le quali asserzioni, fondate sul vero, si rannodano infatti a quanto io colla scorta istessa dell'illustre scrittore ho pure dimostrato nelle precedenti Memorie in proposito della cavalleria; cioè, che dessa non potea venire da gente, la quale apprezzava bensì le donne, ma era estranea del tutto a quei delicati e gentili sensi per esse, onde si compone la cavalleria, e che questi in origine, anzichè dei Germani e degli Scandinavi, proprj furono degli orientali.

E Villemain, l'altro contraddittore alla mia sentenza, oltrechè in fine sembra quasi restarne infra due, non dice forse nelle sue dotte lezioni a un di presso quel che ne dice Sismondi? Dimostra egli, come ne' secoli settimo ed ottavo la lingua provenzale, più vicina alla sua origine, cioè al latino, era quasi omogenea in tutta la Francia: Che il *romanzo wallone*, nato anch'esso dal latino, tra per l'origine comune, per le tendenze popolari, e perchè i re di Francia non voleano saperne di feudalità germaniche, non ritenne che alcune voci tedesche; onde in sostanza non differì dal *romanzo meridionale*: Che i Normanni, i quali conquistarono la Neustria, che poi ne prese anche il nome, ne operarono bensì un distacco fra i due dialetti, ma nè pertanto riuscirono a svisarne il carattere e a spegnerne la provenzale influenza; anzi la lingua dei *Troubadours* era come il *toscano* dell'età, ed aveva sulle altre lingue il primato: Che i *Trouvères* non di rado ricorsero a codesta fonte primitiva; e che ancor quando erane decaduta la chiara fama, dopo le albigesi rovine, Villehardouin, lo storico della quarta Crociata, tiene alquanto del provenzale; e in sino sotto Luigi Nono, allorchè la Provenza fu assorta nel regno di Francia, Joinville, il biografo di questo principe, non sa per anco discostarsi dalle provenzali immagini e maniere, onde la di lui storia ne acquista que'vivi colori, che la distinguono dalle aride croniche di quel tempo (1). Or dunque, se così andarono le cose, concesso pur ciò ch'io non concedo e il dimostrerò tra breve, concesso, dico, che i lunghi poemi non fossero l'opera dei Provenzali, nessuno potrà negare che da essi ne provenne, oltre lo spirito cavalleresco, oltre le forme della lingua, la stessa educazione letteraria e poetica. Francesi anch'essi, furono la fonte primaria di quanto scrissero i *Trouvères*; ispirati ed educati dagli Arabi, ne furono alla lor volta l'ispirazione, il primo tipo e modello, al quale

(1) V. *Cours de littér. française*, Septième Leçon.

s'informarono i loro paesani del nord; nè v'ha motivo perchè ne sdegni l'influenza il nazionale orgoglio di alcuni dotti di Francia.

Senonchè nella stessa odierna Francia par che sorga oramai un più naturale orgoglio, e che, venendone meno le preoccupazioni e le parzialità, si cominci a comprendere ancor meglio che non si facesse dapprima codesta provenzale influenza letteraria; la quale, o che nel mezzodì o che nel nord vi si esercitasse, era pur francese anch'essa, e anch'essa dee quindi riferirsi a gloria d'una nazione, la più omogenea di quante siano al mondo. Nelle dotte *Lezioni* di Eugenio Baret *sulla letteratura del medio evo*, riportate nella *Revue des Cours publics et des sociétés savantes* (1), ebbi infatti ultimamente la soddisfazione di leggere, come si dia alla detta influenza quell'importanza, cui merita un tema il quale interessa la storia non pure della moderna letteratura ma sì della civiltà moderna, essendone state le lettere il primo elemento ed essendolo tuttavia, comunque forse ne pensi qualche esclusivo o volgare ingegno (2); e come vi si dimostri, avere certamente influito i trovatori provenzali sui primi saggi della poesia francese, così detta, cioè a dire su quella dei *trouvères*. La quale verità, di cui fa un cenno anche Villemain nel passo citato di sopra, vi è dimostrata con tali argomenti che piacemi in questo luogo succintamente esporli, quasi appendice alla già fatta dimostrazione.

Primieramente se ne adduce per prova la quantità di parole e di modi del dire che i poeti francesi tolsero dai provenzali. «Basta aprire, vi si dice, una collezione di codeste poesie del secolo decimoterzo, per esempio, quella d'Auguis o di Leroux di Liney, o quella pubblicata di recente in Germania da Matzner, per rimanere maravigliati del gran numero di espressioni meramente

(1) N. 12 e 15 del 1853.

(2) Questa verità in Francia è tanto compresa e sentita, che, dietro un ragionato e dotto Rapporto (*) del Ministro dell'istruzione pubblica e dei culti, H. Fortoul, acciò, come vi è detto, si possano agevolmente investigare le poesie dei *troubadours* e dei *trouvères*, segnatamente i poemi cavallereschi, i quali servirono di modello ai poeti d'Italia e ai romanzieri d'Inghilterra e di Germania, e di cui Vienna, Berlino, Monaco e Stoccarda già gareggiano nel prender cura ed esame, l'imperatore Napoleone III, con Decreto 12 febbrajo 1836, ha generosamente ordinato che per opera del prelodato Ministro e a spese dell'erario si pubblichi una *Raccolta degli antichi poeti francesi*. Quale più bella materia di studj! dice in quel Rapporto l'egregio Ministro. Quivi si rivelano allo storico i costumi d'una età misteriosa, al filologo il segreto delle successive trasformazioni della lingua; quivi si apre alla critica letteraria un nuovo campo, ed una fonte primitiva di ispirazioni e di potenti e generosi concetti alla fantasia.

(*) *Le Moniteur Universel, Journal officiel de l'Empire Français*, n. 40, 13 février 1856.

provenzali, riconoscite per tali alla loro terminazione, e di locuzioni provenzali anch'esse, le quali riscontransi nei versi dei trovatori del nord. Il quale primo indizio che significa egli? si soggiunge. Significa evidentemente l'assiduo uso che faceano dei meridionali i settentrionali poeti; significa, che quelli nel settentrione erano popolari, assiduamente letti o ascoltati; significa, che servianvi di modello, e che in poesia i Provenzali erano nel secolo decimoterzo tenuti i classici della Francia.

Passando poi il signor Baret a più dirette prove del suo assunto, ci dà a diveder chiaramente, che nelle poesie e liriche ed elegiache e pastorali e nelle poetiche tenzoni, così in voga a quel tempo, si trova fra le due letterature uguale lo spirito cavalleresco, uguali i temi e i pensieri e i metri, ma però con questa differenza, che i componimenti dei *troubadours* sono anteriori di un secolo a quelli dei *trouvères*; che dove la poesia provenzale fiorì fin dalla prima metà del secolo duodecimo e venne a qualche maturità nella seconda, l'aurea età dei poeti nordici è il secolo decimoterzo; nei quali pure non si trova nè l'armonia nè la vivezza dei meridionali, anzi il più delle volte un rozzo, imperfetto e scolorito stile. In prova di che vi si producono in mezzo i fatti: l'amor leale e cavalleresco, l'amor puro, fonte di ogni merito, di ogni civiltà, cantato da Meurisse de Craon e dal Dnea di Brabante, due *trouvères* del dugento, e in versi migliori celebrato già prima dai *troubadours* Bernardo di Ventadorno e Americo di Peghilaix: le amorse querele del *trouvère* Roberto di Kastel, analoghe alle provenzali più antiche e più leggiadre di Arnaldo di Merveilh e dello stesso poeta di Ventadorno, pur da me altrove lodato: le settentrionali tenzoni poetiche, o *jeux partis*, come chiamavante nel nord della Francia, di Riccardo e di Pietro Dargies, in rozza e poco intelligibile forma, confrontate con le eleganti meridionali di Alberto marchese e di Guglielmo Faidit, dei tempi di san Luigi le prime, della fine del mille e cento le seconde; alle quali soprappiù ne son pure di molto anteriori in Provenza e di quasi un secolo, una fra le altre del celebre Gianfrè Rudel, il fiore de'cavalieri, morto fin dal 1153: i Canti dell'Alba, o *chants d'Aube*, della collezione di Matzner, dove si scorge a occhi veggenti una imitazione del Parnaso provenzale, segnatamente di Ghirardo di Borneilh: le egloghe di Geraldo Riquier, un *trouvère* del 1260, in cui si tolgono ad imitare quelle del *troubadour* Caremons che fioriva nel 1150: gli inni alla Vergine dei provenzali Guglielmo di Hautprul e Pietro Cardinal, di cui si legge una parafrasi nella preallegata raccolta di Matzner: le *retroense* o ballate del nord posteriori ed inferiori ad altre consimili del mezzodi. Da tutti questi confronti e dati certissimi, che tali io pure trovai, si raccoglie in effetto che i *trouvères* furono i discepoli dei *troubadours*,

e che quelli non riuscirono pur mai ad avere il brio, il naturale entusiasmo, l'originalità di questi. Se ciò non fosse, « come mai, dice a ragione Baret, sarebbe possibile, che nè Dante nè Petrarca (ai quali, io poi soggiungo, non poteva essere ignota la Francia settentrionale), non abbian fatta alcuna menzione di quei poeti del nord? e che gli Italiani, quando parlano di questa cavalleresca letteratura, la qualificano or limosina or provenzale, non mai sciamagnese o francese? ». « La poesia francese, egli conchiude, è figlia d'una madre, morta sull'aurora della sua gioventù e sventuratamente poi dimenticata in Francia. Possa la gloria e la prosperità della figlia non renderla oggimai nè ingrata nè ingiusta alla memoria d'una madre che ne fu anche la nutrice! »

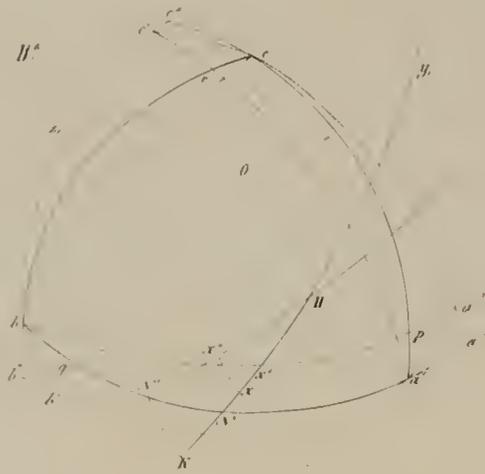
Così dice Baret; ed io, che trovo in lui un sì coscienzioso sostenitore della mia proposizione, assai volentieri faccio eco alle sue parole: sebbene, a dir vero, egli poteva pure aggiungervi quello eh'io credo di aver dimostrato abbastanza; cioè, che i poeti di Provenza, i quali furono i maestri dei Francesi, erano già stati e nello spirito cavalleresco e nella corrispondente poesia ammaestrati dagli Arabi; onde lor venne quella primordiale letteratura e quella civiltà novella, da essi poi in Francia e nel resto dell'Europa trasfusa. Se ai troppo presto obbliati Provenzali molto deve l'età moderna, il merito principale ne fu degli Arabi, primitivi ispiratori e insegnanti, e anch'essi dopo le rovine loro troppo dimenticati, come anche confessa il dottissimo e imparziale Muratori.

Ma, come dissi, io non posso tampoco nè a Sismondi nè a Villemain nè agli Editori della *Storia letteraria di Francia* concedere, che alla poesia provenzale mancasse la priorità ne' poemi cavallereschi. Ne ebbe anzi di antichi ed originali; ne ebbe di arditi e popolari in copia, ispirati dalle epopee e dalle guerre arabe in Ispagna, e i quali ispirarono a guisa di riflesso i poemi dei *trouvères*, come si vedrà nella seguente Memoria.

Fig. I^a



Fig. II^a



NOTE CHE RISGUARDANO ALCUNI ARGOMENTI
DELLA MECCANICA RAZIONALE ED APPLICATA

DI

GASPARE MAINARDI

Lette nelle adunanze dei giorni 7 febbrajo e 10 aprile 1856.

CON UNA TAVOLA.

Il desiderio di rendere più facile lo studio di alcune importanti dottrine della Meccanica mi ha indotto a pubblicare le brevi Note, di cui offro una parte in questo scritto. — Mi sarà stimolo a proseguire nell' assunto qualsiasi piccolo vantaggio possa ridondarne alla gioventù studiosa.

EQUILIBRIO DI UNA SUPERFICIE FLESSIBILE, INESTENDIBILE.

Questo problema venne considerato da Lagrange, più volte da Poisson, da Cisa de Gresy, ed ultimamente illustrato dal chiar.^o sig. cav. Mossotti nelle sue Lezioni di meccanica. Da quanto qui soggiungo parmi che derivi semplicità nella risoluzione, si tolga qualche dubbia supposizione, e si pervenga a non osservate deduzioni.

Immagino una superficie continua, flessibile, inestendibile, soggetta all'azione di forze contingenti: riportata a tre assi ortogonali, siano x, y, z le coordinate di un punto m di essa, il quale sia soggetto a forze X, Y, Z dirette secondo quegli assi. In quella superficie immagino due sistemi di linee s, t tracciate con determinata legge. Due di esse passino per m , e prese in queste le parti infinitamente piccole ds, dt , comprendenti un angolo ω , considero il quadrilatero intercetto fra le linee ds, dt e quelle del sistema s, t che passano per i loro estremi. Indichiamo con T la tensione che la superficie circostante a quel quadrilatero esercita in m contro il lato dt : con α, β, γ gli angoli che la direzione di T forma cogli assi coordinati. Sia S la tensione esercitata in m contro il lato ds ; a, b, c gli angoli di S coi medesimi assi. Le T, S, α, \dots funzioni di x, y, z lo saranno di s, t . La tensione sofferta dal lato dt secondo l'asse x sarà $T \cos \alpha \cdot dt$, e quella esercitata sul lato opposto, che si ottiene cambiando nella funzione $T \cos \alpha \cdot dt$, la variabile s in $s + ds$, sarà $T \cos \alpha \cdot dt + dt \cdot ds \cdot d_s(T \cos \alpha)$. La tensione

che risente il lato dt , secondo l'asse x , sarà $S \cos \alpha \cdot dt$, e sul lato opposto $S \cos \alpha \cdot dt + dt \cdot ds \cdot d_t(S \cos \alpha)$. La somma delle azioni, secondo l'asse x , delle forze applicate nell'interno del quadrilatero sarà $X \cdot dt \cdot ds \cdot \sin \omega$: supponendo invariabile la forma di quel quadrilatero abbiamo le tre condizioni di equilibrio

$$(1) \quad \begin{aligned} d_s(T \cos \alpha) + d_t(S \cos a) &= Y \sin \omega \\ d_s(T \cos \ell) + d_t(S \cos b) &= X \sin \omega \\ d_s(T \cos \gamma) + d_t(S \cos c) &= Z \sin \omega. \end{aligned}$$

Considerando nello stesso modo le copie che tendono a rotare il quadrilatero intorno agli assi coordinati troviamo le tre equazioni che seguono

$$(2) \quad \begin{aligned} d_s T(y \cos \alpha - x \cos \ell) + d_t S(y \cos a - x \cos b) &= (Xy - Yx) \sin \omega \\ d_s T(z \cos \ell - y \cos \gamma) + d_t S(z \cos b - y \cos c) &= (Yz - Zy) \sin \omega \\ d_s T(x \cos \gamma - z \cos a) + d_t S(x \cos c - z \cos a) &= (Zx - Xz) \sin \omega. \end{aligned}$$

Le quali, in conseguenza delle (1), porgono

$$\begin{aligned} T \left(\frac{dy}{ds} \cos \alpha - \frac{dx}{ds} \cos \ell \right) + S \left(\frac{dy}{dt} \cos a - \frac{dx}{dt} \cos b \right) &= 0 \\ T \left(\frac{dz}{ds} \cos \ell - \frac{dy}{ds} \cos \gamma \right) + S \left(\frac{dz}{dt} \cos b - \frac{dy}{dt} \cos c \right) &= 0 \\ T \left(\frac{dx}{ds} \cos \gamma - \frac{dz}{ds} \cos a \right) + S \left(\frac{dx}{dt} \cos c - \frac{dz}{dt} \cos a \right) &= 0 \end{aligned}$$

che moltiplicate per ordine

prima per $\frac{dz}{dt}, \frac{dx}{dt}, \frac{dy}{dt}$; poi per $\frac{dz}{ds}, \frac{dx}{ds}, \frac{dy}{ds}$, e sommate forniscono

$$\begin{aligned} \left(\frac{dy}{ds} \frac{dz}{dt} - \frac{dy}{dt} \frac{dz}{ds} \right) \cos a + \left(\frac{dz}{ds} \frac{dx}{dt} - \frac{dz}{dt} \frac{dx}{ds} \right) \cos b + \left(\frac{dx}{ds} \frac{dy}{dt} - \frac{dx}{dt} \frac{dy}{ds} \right) \cos c &= 0 \\ \left(\frac{dy}{ds} \frac{dz}{dt} - \frac{dy}{dt} \frac{dz}{ds} \right) \cos \alpha + \left(\frac{dz}{ds} \frac{dx}{dt} - \frac{dz}{dt} \frac{dx}{ds} \right) \cos \ell + \left(\frac{dx}{ds} \frac{dy}{dt} - \frac{dx}{dt} \frac{dy}{ds} \right) \cos \gamma &= 0 \end{aligned}$$

le quali dimostrano, come d'altronde è manifesto, che le direzioni delle forze S, T sono nel piano tangente la superficie nel punto m . Trasportando dall'uno nell'altro membro i termini moltiplicati per S di quelle equazioni, poi quadrate e sommate, perchè

$$(d_s x)^2 + (d_s y)^2 + (d_s z)^2 = 1, \quad (d_t x)^2 + (d_t y)^2 + (d_t z)^2 = 1$$

$$d_s x \cdot \cos a + d_s y \cdot \cos b + d_s z \cdot \cos c = \cos \widetilde{S \cdot t}, \quad d_s x \cdot \cos \alpha + d_s y \cdot \cos \ell + d_s z \cdot \cos \gamma = \cos \widetilde{T \cdot s}$$

concludiamo

$$(3) \quad T \sin \widetilde{T \cdot s} = S \sin \widetilde{S \cdot t}.$$

Teorema trovato dal celebre sig. Cauchy per l'equilibrio molecolare dei solidi, dimostrato per le superficie, in un caso particolare, dal signor Mossotti, con metodo analogo a quello che ho seguito.

Siccome le linee t, s sono arbitrariamente segnate nella superficie, possiamo supporre che le linee s si dirigano secondo le tensioni T , per cui $Aug^0. \widehat{T}s = 0$, quindi per la equazione (4) $Aug^0. \widehat{S}t = 0$, epperò le tensioni S saranno anche esse tangenti alle linee t . Per un tale sistema di traiettorie le condizioni (1) si modificano nel seguente modo. Siccome $\cos \alpha = d_s x, \cos \beta = d_s y, \cos \gamma = d_s z; \cos a = d_t x, \dots$ avremo

$$T d_s^2 x + S d_t^2 x + d_s T . d_s x + d_t S . d_t x = X \text{ sen } \omega$$

$$T d_s^2 y + S d_t^2 y + d_s T . d_s y + d_t S . d_t y = Y \text{ sen } \omega$$

$$T d_s^2 z + S d_t^2 z + d_s T . d_s z + d_t S . d_t z = Z \text{ sen } \omega$$

ed indicati con ρ_s, ρ_t i raggi di curvatura delle linee s, t con N la normale alla superficie nel punto m , con $u(x, y, z) = 0$ la sua equazione: siccome

$$d_s x . d_s^2 x + d_s y . d_s^2 y + d_s z . d_s^2 z = 0, \quad d_t x . d_t^2 x + d_t y . d_t^2 y + d_t z . d_t^2 z = 0,$$

$$\rho_t d_t^2 x = \cos \widehat{\rho_t x}, \dots$$

$$(d_s^2 x)^2 + (d_s^2 y)^2 + (d_s^2 z)^2 = \frac{1}{\rho_s^2}, \quad (d_t^2 x)^2 + (d_t^2 y)^2 + (d_t^2 z)^2 = \frac{1}{\rho_t^2},$$

$$d_t x . d_s^2 x + d_t y . d_s^2 y + d_t z . d_s^2 z = \frac{\cos \widehat{\rho_t t}}{\rho_t}, \dots$$

$$d_x u . d_s x + d_y u . d_s y + d_z u . d_s z = 0, \quad d_x u . d_t x + d_y u . d_t y + d_z u . d_t z = 0,$$

$$d_t x . d_s x + d_t y . d_s y + d_t z . d_s z = \cos \omega$$

moltiplicate per ordine quelle equazioni

per $d_s x, d_s y, d_s z$: poi per $d_t x, d_t y, d_t z$: finalmente per $d_x u, d_y u, d_z u$: quindi sommate porgono

$$(4) \quad \begin{aligned} \frac{S}{\rho_t} \cos \widehat{\rho_t s} + d_s T + d_t S . \cos \omega &= R \cos \widehat{R s} . \text{sen } \omega \\ \frac{T}{\rho_s} \cos \widehat{\rho_s t} + d_t S + d_s T . \cos \omega &= R \cos \widehat{R t} . \text{sen } \omega \\ \frac{T}{\rho_s} \cos (N \rho_s) + \frac{S}{\rho_t} \cos (N \rho_t) &= R \cos \widehat{R N} . \text{sen } \omega . \end{aligned}$$

Per il punto m , frammezzo alle linee s, t conduciamo qualunque linea u , la quale formi colla s un angolo φ . Indicata con U la tensione che lungo la linea u esercitano scambievolmente in m le parti in cui quella linea divide la superficie,

riportate le equazioni generiche (1) al sistema di linee s, u ; quindi al sistema di linee t, u , ed indicati con A, B, C gli angoli $\widehat{Ux}, \widehat{Uy}, \widehat{Uz}$ avremo

$$(5) \quad \begin{aligned} d_s(U \cos A) + d_u(S \cos a) &= X \operatorname{sen} \varphi, & d_s(U \cos B) + d_u(S \cos b) &= Y \operatorname{sen} \varphi, \\ d_s(U \cos C) + d_u(S \cos c) &= Z \operatorname{sen} \varphi \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_t(U \cos A) + d_u(T \cos \alpha) &= X \operatorname{sen}(\omega - \varphi), & d_t(U \cos \beta) + d_u(T \cos \beta) &= Y \operatorname{sen}(\omega - \varphi), \\ d_t(U \cos C) + d_u(T \cos \gamma) &= Z \operatorname{sen}(\omega - \varphi) \end{aligned}$$

e dalla (3) desumiamo ancora

$$(6) \quad U \operatorname{sen} \widehat{Us} = S \operatorname{sen}(\omega - \varphi), \quad U \operatorname{sen}(\widehat{Us} + \omega) = T \operatorname{sen} \varphi = U \operatorname{sen} \widehat{Ut}$$

epperò

$$\frac{\operatorname{sen} \widehat{Us}}{\operatorname{sen} \widehat{Ut}} = \frac{S \operatorname{sen}(\omega - \varphi)}{T \operatorname{sen} \varphi}$$

la quale insegna che prese sulle tangenti le curve s, t lunghezze proporzionali alle quantità \sqrt{S}, \sqrt{T} , descritta l'ellisse di cui queste rette sono semidiametri coniugati, condotto il diametro tangente alla linea u , la direzione del suo coniugato sarà quella della tensione U : di cui il valore è dato da

$$U \operatorname{sen} \omega = \sqrt{\{(T \operatorname{sen} \varphi)^2 + (S \operatorname{sen}(\varphi - \omega))^2 - 2(T \operatorname{sen} \varphi)(S \operatorname{sen}(\varphi - \omega)) \cos \omega\}}.$$

Ommetto l'esame di varie facili questioni che qui si offrono alla mente: piuttosto notiamo che supposto l'asse coordinato x tangente alla linea s , e l'asse z normale esterno alla superficie nel punto m , le equazioni (5) porgono

$$\begin{aligned} d_s(U \cos \widehat{Us}) + d_u(S \cos \omega) &= X \operatorname{sen} \varphi, & d_u T + d_t(U \cos \widehat{Us}) &= X \operatorname{sen}(\omega - \varphi) \\ d_s(U \operatorname{sen} \widehat{Us}) + d_u(S \operatorname{sen} \omega) &= Y \operatorname{sen} \varphi, & d_t(U \operatorname{sen} \widehat{Us}) &= Y \operatorname{sen}(\varphi - \omega) \end{aligned}$$

dalle quali, eliminate X, Y per le (6), derivano

$$\begin{aligned} \{d_s(U \cos \widehat{Us}) + d_u(S \cos \omega)\} \operatorname{sen}(\omega - \varphi) &= \{d_u T + d_t(U \cos \widehat{Us})\} \operatorname{sen} \varphi \\ \{d_s(S \operatorname{sen}(\omega - \varphi)) + d_u(S \operatorname{sen} \omega)\} \operatorname{sen}(\omega - \varphi) &= d_t(S \operatorname{sen}(\omega - \varphi)) \operatorname{sen} \varphi; \end{aligned}$$

e questa esprime come le tensioni S, T variano passando dal punto m ad altro prossimo secondo una direzione determinata dall'angolo $\widehat{us} = \varphi$.

Se nelle equazioni (4) poniamo $R = 0$, ne seguono $S = T = 0$; oppure $\varphi_t = \varphi_s = \infty$, $d_s T = d_t S = 0$. Se l'angolo $\widehat{Un} = 90^\circ$, $\operatorname{tang} 2\varphi = \frac{S \operatorname{sen} 2\omega}{T + S \cos 2\omega}$: ma le linee u non saranno geodetiche in ogni superficie equilibrata sotto l'azione di potenze esteriori.

EQUILIBRIO DI UN FILO ELASTICO.

Di mano in mano che dall'astrazione si progredisce verso la realtà si va completando il numero delle equazioni che esprimono le condizioni di equilibrio di un filo elastico: Bernoulli, Eulero e Lagrange considerarono unicamente la tensione e la elasticità: l'illustre signor Binet calcolò la torsione. Altri geometri giudicarono condizione essenziale alla continuità che sia nullo lo sforzo esercitato dalle potenze contingenti applicate al filo per torcerlo intorno al raggio osculatore dell'asse: e così si ebbero quattro equazioni. La ricerca delle altre due, che completano il problema, e la conseguente modificazione delle prime, è l'argomento che prendo ad esaminare.

Siano $habk$, $h'a'b'k'$ gli assi del filo nelle posizioni primitiva e forzata: immagino la parte del filo compresa fra due sezioni, estremamente vicine, normali all'asse in a, b . I punti intermedi a queste sezioni vengano trasportati, insieme col filo, fra altre due sezioni normali in a', b' all'asse $h'a'k'$. Suppongo che la deformazione di quel solido si faccia immediatamente su l'altra che lo rappresenta nella iniziale posizione, e ciò colle seguenti trasposizioni. Siano at la tangente, av la direzione del raggio osculatore l'asse hak , au la perpendicolare alle at, av . Sia m un punto di quel piccolissimo solido: u, v, t le sue coordinate rispetto agli assi au, av, at : m roti di un piccolissimo angolo θ intorno ad at , e supponendo trascurabili $\theta^2, \theta^3 \dots$ le nuove coordinate di quel punto saranno, collo stesso ordine, $u + \theta v, v - \theta u, t$. Indicato con ρ il raggio osculatore dell'asse in a ; supponiamo che il punto roti di un piccolissimo angolo Δ intorno all'asse at , e di un angolo ω intorno alla retta parallela all'asse au condotta pel centro osculatore: e trascurando $\omega^2, \omega\theta \dots$ le coordinate del punto diverranno ordinatamente

$$u + \theta v + \Delta t, \quad v - \theta u + \omega t, \quad t + \omega(\rho - v) - \Delta u.$$

Finalmente il punto riceva, secondo au, at, av , gli spostamenti ψ, φ, μ , e le coordinate diverranno

$$\psi + u + \theta v + \Delta t, \quad \varphi + v - \theta u + \omega t, \quad \mu + t + \omega(\rho - v) - \Delta u.$$

Gli stessi spostamenti avvengano in tutti i punti dell'esilissimo solido che si considera. Ammettiamo, come si suole in queste dottrine, che per l'azione molecolare il punto spostato tenda verso la primitiva posizione esercitando uno sforzo

secondo la retta che congiunge quei luoghi e proporzionale alla sua lunghezza : cosicchè indicato con $\lambda \cdot dm$ l'elemento di massa in m , le azioni totali di quel solido rispetto agli assi au , at , av consisteranno nelle forze

$$(1) \quad \psi \int \lambda dm + \theta \int \lambda v dm + \Delta \int \lambda t dm, \quad \varphi \int \lambda dm + \omega \int \lambda t dm - \theta \int \lambda u dm, \\ (\mu + \omega \varphi) \int \lambda dm - \omega \int \lambda v dm - \Delta \int \lambda u dm$$

e nei momenti

$$\omega \int \lambda (t^2 + v^2) dm - \theta \int \lambda ut dm - (\mu + \omega \varphi) \int \lambda v dm + \varphi \int \lambda t dm + \Delta \int \lambda uv dm \\ (2) \quad \theta \int \lambda (u^2 + v^2) dm - \omega \int \lambda ut dm + \psi \int \lambda v dm - \varphi \int \lambda u dm + \Delta \int \lambda vt dm \\ (\mu + \omega \varphi) \int \lambda u dm - \omega \int \lambda v dm - \theta \int \lambda vt dm - \psi \int \lambda t dm - \Delta \int \lambda (u^2 + t^2) dm.$$

Ma quel solido si può considerare come un cilindretto omogeneo avente per base la sezione in a , e per altezza $ab = ds$ infinitamente piccola rispetto alle dimensioni di quella sezione, per cui trascurati nelle formole (1) (2) i termini moltiplicati per t , t^2 ,...; indicato con dn l'elemento dell'area di quella sezione, e rappresentate le azioni molecolari risultanti per le formole (1) (2) ridotte e divise per ds , posti per brevità

$$\lambda \int v dn = A, \quad \lambda \int u dn = B, \quad \lambda \int v^2 dn = C, \quad \lambda \int (u^2 + v^2) dn = D, \\ \lambda \int uv dn = E, \quad \lambda \int dn = F, \quad \lambda \int u^2 dn = G$$

le espressioni di quelle forze e di quei momenti secondo gli assi au , av , at saranno

$$\psi F + \theta A, \quad \varphi F - \theta B, \quad (\mu + \omega \varphi) F - \omega A - \Delta B \\ \omega C - (\mu + \omega \varphi) A + \Delta E, \quad (\mu + \omega \varphi) B - \omega E - \Delta G, \quad \psi A - \varphi B + \theta D.$$

Immaginiamo ora tre assi ortogonali quali si vogliono: rappresentiamo con α, ℓ, γ i coseni degli angoli che fa con quegli assi la tangente in a' la linea $h'a'k$: $\alpha_1, \ell_1, \gamma_1$ i coseni che determinano la direzione del raggio osculatore: $\alpha_2, \ell_2, \gamma_2$ i coseni corrispondenti alla retta normale a quelle e che passa per a' . Siano x, y, z le coordinate di a' : x_1, y_1, z_1 quelle di altro punto dell'arco $h'a'$: al quale siano applicate le forze contingenti X_1, Y_1, Z_1 dirette secondo le stesse coordinate: sia π l'area della sezione normale all'asse fatta al filo in quel punto: s_1 la lunghezza dell'asse intercetta fra lo stesso punto e la prima estremità h' : le cui coordinate siano x_0, y_0, z_0 ; π_0 la sezione e le forze X_0, Y_0, Z_0 ed $h'a' = s$. Attesa la estrema piccolezza della sezione π , le forze ed i momenti rispetto agli assi coordinati arbitrarii x, y, z per tutto il filo compreso fra le sezioni condotte

per a', h' saranno rappresentati dalle seguenti funzioni

$$\begin{aligned} X_0 \pi_0 + \int_0^s \pi X_1 ds_1 &= F_x, & Y_0 \pi_0 + \int_0^s \pi Y_1 ds_1 &= F_y, & Z_0 \pi_0 + \int_0^s \pi Z_1 ds_1 &= F_z \\ \pi_0 \{ Z_0(y - y_0) - Y_0(z - z_0) \} + \int_0^s \pi \{ Z_1(y - y_1) - Y_1(z - z_1) \} ds_1 &= M_x \\ \pi_0 \{ X_0(z - z_0) - Z_0(x - x_0) \} + \int_0^s \pi \{ X_1(z - z_1) - Z_1(x - x_1) \} ds_1 &= M_y \\ \pi_0 \{ Y_0(x - x_0) - X_0(y - y_0) \} + \int_0^s \pi \{ Y_1(x - x_1) - X_1(y - y_1) \} ds_1 &= M_z. \end{aligned}$$

Quindi i noti principii forniscono le sei condizioni del problema, cioè

$$\begin{aligned} (\mu + \omega \rho) F - \omega A - \Delta B &= \alpha F_x + \mathcal{E} F_y + \gamma F_z \\ (1) \quad \varphi F - \theta B &= \alpha_1 F_x + \mathcal{E}_1 F_y + \gamma_1 F_z \\ \psi F + \theta A &= \alpha_2 F_x + \mathcal{E}_2 F_y + \gamma_2 F_z \\ \psi A - \varphi B + \theta D &= \alpha M_x + \mathcal{E} M_y + \gamma M_z \\ (2) \quad (\mu + \omega \rho) B - \omega E - \Delta G &= \alpha_1 M_x + \mathcal{E}_1 M_y + \gamma_1 M_z \\ \omega C - (\mu + \omega \rho) A + \Delta E &= \alpha_2 M_x + \mathcal{E}_2 M_y + \gamma_2 M_z. \end{aligned}$$

Indicato con r il raggio osculatore l'asse $h'a'$ nel punto a' , siccome

$$\alpha = d_s x, \quad \mathcal{E} = d_s y, \quad \gamma = d_s z; \quad \alpha_1 = r d_s^2 x, \quad \mathcal{E}_1 = r d_s^2 y, \quad \gamma_1 = r d_s^2 z$$

ne seguono
$$\alpha d_s M_x + \mathcal{E} d_s M_y + \gamma d_s M_z = 0$$

$$\begin{aligned} (3) \quad d_s(\psi A - \varphi B + \theta D) &= \frac{1}{r} \{ (\mu + \omega \rho) B - \Delta G - \omega E \} \\ d_s \{ (\mu + \omega \rho) F - \Delta B - \omega A \} &= \frac{1}{r} (\varphi F - \theta B) + \pi (\alpha X + \mathcal{E} Y + \gamma Z) \end{aligned}$$

essendo X, Y, Z le forze contingenti applicate in a' .

Se $A=B=E=0$, cioè l'asse del filo incontra ogni sezione nel proprio centro di gravità e $\Delta=0$, sarà (4) $d_s(\theta D) = 0$, semprechè si vogliano trascurate le potenze ed i prodotti dei simboli $\omega, \theta \dots$. Questa equazione (4) corrisponde al noto teorema di Poisson. Nelle stesse supposizioni la seconda equazione (2) fornisce la condizione assegnata da altri geometri: e la ommissione di alcune forze passive induce analoghe condizioni fra le potenze contingenti o esterne. La interpretazione verosimile dei simboli $\omega, \theta \dots$ presentemente non è mio scopo.

EQUILIBRIO DI UN POLIGONO FUNICOLARE.

Il chiarissimo sig. Steichen, che ha sviluppato questo tema, non porge le equazioni algebriche da cui dipende la sua finale risoluzione, e che si trovano qui sotto indicate.

Percorrendo il contorno del poligono equilibrato dal primo estremo fino all'ultimo, suppongo indicati i vertici coi numeri e segni 1, 2, 3 ... n ... m. Siano X_n, Y_n, Z_n le forze applicate al vertice n , dirette secondo tre assi ortogonali x, y, z condotti per il primo vertice. La lunghezza del lato intercetto fra i vertici $n-1, n$ sia l_n , la quale formi coll'asse z un angolo θ_n , e la sua proiezione sul piano xy comprenda coll'asse x un angolo ω_n . Siano T_n, T_{n+1} le tensioni dei lati l_n, l_{n+1} , e le equazioni di equilibrio saranno

$$T_{n+1} \cos \omega_{n+1} \sin \theta_{n+1} - T_n \cos \omega_n \sin \theta_n = \Delta_n (T_n \cos \omega_n \sin \theta_n) = X_n$$

$$\Delta_n (T_n \sin \omega_n \sin \theta_n) = Y_n, \quad \Delta_n (T_n \cos \theta_n) = Z_n$$

i di cui integrali sono

$$T_n \cos \omega_n \sin \theta_n = \sum_1^{n-1} X_n + T_1 \cos \omega_1 \sin \theta_1, \quad T_n \sin \omega_n \sin \theta_n = \sum_1^{n-1} Y_n + T_1 \sin \omega_1 \sin \theta_1,$$

$$T_n \cos \theta_n = \sum_1^{n-1} Z_n + T_1 \cos \theta_1.$$

Supposti per brevità

$$T_1 \cos \omega_1 \sin \theta_1 = \alpha, \quad T_1 \sin \omega_1 \sin \theta_1 = \xi, \quad T_1 \cos \theta_1 = \gamma$$

$$\sum_1^{n-1} X_n = P_n, \quad \sum_1^{n-1} Y_n = Q_n, \quad \sum_1^{n-1} Z_n = R_n$$

si deducono

$$T_n^2 = (P_n + \alpha)^2 + (Q_n + \xi)^2 + (R_n + \gamma)^2; \quad \tan \omega_n = \frac{Q_n + \xi}{P_n + \alpha}; \quad \tan \theta_n = \frac{\sqrt{(P_n + \alpha)^2 + (Q_n + \xi)^2}}{R_n + \gamma}$$

equazioni che determinano il poligono quando si conoscano α, ξ, γ .

Siano $x=a, y=b, z=c$ le equazioni dell' m esimo vertice, per cui

$$a = \sum_2^m l_n \cos \omega_n \sin \theta_n, \quad b = \sum_2^m l_n \sin \omega_n \sin \theta_n, \quad c = \sum_2^m l_n \cos \theta_n.$$

Poniamo $(P_n + \alpha)^2 + (Q_n + \xi)^2 + (R_n + \gamma)^2 = \Delta_n$, $l_n(P_n + \alpha) = S_n$, ed avremo le equazioni

$$(g) \quad a = \sum_2^m \frac{l_n(P_n + \alpha)}{\sqrt{\Delta_n}}, \quad b = \sum_2^m \frac{l_n(Q_n + \xi)}{\sqrt{\Delta_n}}, \quad c = \sum_2^m \frac{l_n(R_n + \gamma)}{\sqrt{\Delta_n}}$$

che si devono risolvere rispetto alle incognite α, ξ, γ . Dovremo perciò renderle razionali. A questo fine, considerando la prima, cioè

$$(h) \quad \frac{S_2}{\sqrt{\Delta_2}} + \frac{S_3}{\sqrt{\Delta_3}} + \dots + \frac{S_m}{\sqrt{\Delta_m}} - a = 0$$

immagino tutte le equazioni che derivano da questa attribuendo ai radicali il doppio segno in tutti i modi possibili: essendo $m - 1$ il loro numero, sarà 2^{m-1} quello delle equazioni. Moltiplicandole fra di loro, i termini della risultante avranno la seguente forma

$$(k) \quad \left(\frac{S_2}{\sqrt{\Delta_2}}\right)^{2s_2} \left(\frac{S_3}{\sqrt{\Delta_3}}\right)^{2s_3} \dots \left(\frac{S_m}{\sqrt{\Delta_m}}\right)^{2s_m} \cdot a^{2r}$$

dove r avrà tutti i valori interi positivi da $r = 0$ fino ad $r = 2^{m-2}$: ed s_1, s_2, \dots, s_m saranno tutti i numeri positivi interi, non escluso lo zero, che rendono $s_2 + s_3 + \dots + s_m = 2^{m-2} - r$. Supposto fissato ad arbitrio il valore di r cerchiamo quali saranno i termini della forma (k) . Immaginate le equazioni provenienti dalla (h) potremo moltiplicare gli ultimi termini di $2r$ quali si vogliano prese fra quelle ed il numero di tali combinazioni è il seguente

$$\frac{2^{m-1}(2^{m-1}-1)(2^{m-1}-2)\dots(2^{m-1}-2r+1)}{1 \cdot 2 \dots 2^r} .$$

Le equazioni non impiegate a comporre il fattore a^{2r} del termine (k) sono in numero $2^{m-1} - 2r$: potremo quindi prendere un numero $2s_2$ fra queste, moltiplicarne i primi termini onde formare il fattore $\left(\frac{S_2}{\sqrt{\Delta_2}}\right)^{2s_2}$; ed il numero di tali combinazioni è espresso da

$$\frac{(2^{m-1}-2r)(2^{m-1}-2r-1)\dots(2^{m-1}-2r-2s_2+1)}{1 \cdot 2 \dots 2^{s_2}} .$$

Resteranno per tal modo $2^{m-1} - 2r - 2s_2$ delle equazioni derivate dalla (h) che impiegheremo a comporre gli altri fattori di (k) . Fra queste ne prenderemo $2s_3$ in qualsivoglia maniera per formare il fattore $\left(\frac{S_3}{\sqrt{\Delta_3}}\right)^{2s_3}$, ed il numero delle combinazioni possibili è indicato da

$$\frac{(2^{m-1}-2r-2s_2)(2^{m-1}-2r-2s_2-1)\dots(2^{m-1}-2r-2s_2-2s_3+1)}{1 \cdot 2 \dots 2^{s_3}} .$$

Proseguendo questo discorso ed osservando che tutti i gruppi in cui abbiamo figurato decomporsi il sistema di equazioni desunte dalla (h) , devono combinarsi

fra di loro in ogni modo possibile, si deduce che il seguente numero

$$\frac{1 \cdot 2 \cdot 3 \dots 2^{m-1}}{1 \cdot 2 \dots 2^r \times 1 \cdot 2 \dots 2s_2 \times 1 \cdot 2 \dots 2s_3 \times \dots \times 1 \cdot 2 \dots 2s_m}$$

deve essere il coefficiente del termine (k) ; e la equazione (h) resa razionale potrà simbolicamente rappresentarsi colla

$$(l) \sum_{r=0}^{2^{m-2}} \frac{1 \cdot 2 \cdot 3 \dots 2^{m-1}}{1 \cdot 2 \dots 2^r} a^{2r} \sum_s \frac{1}{1 \cdot 2 \dots 2s_2 \times 1 \cdot 2 \dots 2s_3 \times \dots \times 1 \cdot 2 \dots 2s_m} \frac{S_2^{2s_2} \cdot S_3^{2s_3} \dots S_m^{2s_m}}{\Delta_2^{2s_2} \cdot \Delta_3^{2s_3} \dots \Delta_m^{2s_m}} = 0.$$

Siccome poi fra i termini della forma (k) si trovano pure questi

$$\frac{S_2^{2^{m-1}}}{\Delta_2^{2^{m-2}}}, \quad \frac{S_3^{2^{m-1}}}{\Delta_3^{2^{m-2}}}, \quad \dots \quad \frac{S_m^{2^{m-1}}}{\Delta_m^{2^{m-2}}}$$

la equazione (l) , resa intera rispetto ad α, β, γ , sarà

$$\sum_{r=0}^{2^{m-2}} \frac{a^{2r}}{1 \cdot 2 \dots 2^r} \sum_s \frac{S_2^{2s_2} \cdot S_3^{2s_3} \dots S_m^{2s_m} \cdot \Delta_2^{2^{m-2}-s_2} \cdot \Delta_3^{2^{m-2}-s_3} \dots \Delta_m^{2^{m-2}-s_m}}{1 \cdot 2 \dots 2s_2 \times 1 \cdot 2 \dots 2s_3 \times \dots \times 1 \cdot 2 \dots 2s_m} = 0$$

dove il secondo segno \sum_s si riferisce a tutti i numeri s_2, s_3, \dots, s_m interi positivi o nulli che rendono

$$s_2 + s_3 + \dots + s_m = 2^{m-2} - r.$$

Il grado di quella equazione rispetto ad α, β, γ essendo

$$2(2^{m-2} - s_2) + 2(2^{m-2} - s_3) + \dots + 2(2^{m-2} - s_m) + 2s_2 + \dots + 2s_m = (m-1)2^{m-1}$$

formate le altre due, che provengono dalle (g) , ed eliminatevi due incognite, si avrà una risultante algebrica del grado $(m-1)^3 2^{3m-3}$, che resterà a risolvere a compimento del problema.

SU LE LINEE TAUCRONE.

Su tale argomento si hanno molte Memorie di Eulero, due di Lagrange, altre di D'Alembert, Giovanni Bernoulli, e fra le recenti produzioni ricorderò quelle dei chiarissimi geometri Poiseux e Bertrand. È pregiata una formola di Lagrange, la quale assegna alla potenza p , motrice secondo la direzione della curva s , atta a produrre il tautocronismo la forma $p = \frac{u^2}{f(s)} \left\{ \varphi\left(\frac{u}{f}\right) - \frac{df}{ds} \right\}$, essendo u la velocità del mobile, $f(s)$ tale funzione di s che $f(0) = 0$, $d_s \cdot f(s)$ è finito per $s = 0$; e φ è affatto arbitraria. Se poniamo $u = vf$ la equazione del moto $ud_s u = p$ diviene $v \frac{dv}{ds} f(s) = -v^2 \varphi(v)$, e volendosi $T = \int_0^a \frac{ds}{u} = - \int \frac{1}{v^3 \varphi(v)} dv$ indipendente da u , dovrebbe la equazione $\frac{dv}{ds} f(s) = -v \varphi(v)$ soddisfare tale condizione senza punto limitare la natura delle funzioni f e φ : del che non mi so convincere. Ma il problema si risolve speditamente per modo di disimpegnarsi dalla integrazione, con molta generalità, e senza bisogno di riereati calcoli: siano per esempio $\psi_1(s, a)$, $\psi_2(s, a)$... tante funzioni che si annullano per $s = 0$ ed $s = a$, quale è $s^m (s - a)^n \psi(s, a)$: siano $\varphi_1(s)$, $\varphi_2(s)$... altrettante funzioni che per $s = 0$ ed $s = a$ non divengano infinite: e $\lambda(s, a)$ tale che $\lambda(a, a) = \lambda(0, a)$: indichiamo con $A_1, B_1; A_2, B_2$... tante costanti arbitrarie e formiamo la somma $\psi_r(s, a) + A_r \frac{\varphi_r(s) - \varphi_r(0)}{\varphi_r(a) - \varphi_r(0)} + B_r = \mu_r$. Poniamo finalmente $\frac{1}{u} = d_s \{ F(\mu_1, \mu_2, \mu_3 \dots) + \lambda(s, a) \}$ essendo F segno di funzione totalmente arbitraria, ed avremo $T = F(A_1 + B_1, A_2 + B_2 \dots) - F(B_1, B_2 \dots)$. Se si vuole $F = Aug$. sen $\frac{m^{\varphi(a)} - m^{\varphi(0)}}{m^{\varphi(a)} - m^{\varphi(0)}}$ si avrà una soluzione particolarissima che comprende il caso ancora più particolare in cui $\varphi(s) = s$. Se volendo poi che da una funzione $T = \int_0^a \varphi(s, a) ds$ sparisca a indipendentemente dalla integrazione, fatto $s = av$ perchè $T = \int_0^1 a \varphi(av, a) \cdot dv$ non implichi l' a , vediamo dover essere $a \varphi(av, a) = \psi(v)$, qualunque sia ψ , per cui $\varphi(s, a) = \frac{1}{a} \psi\left(\frac{s}{a}\right)$, $T = \int_0^1 \psi(v) dv$. Ma possiamo comporre altre formole generali analoghe alla prima che ho superiormente indicata, introducendo funzioni che per $s = 0$, $s = a$ divengano infinite.

EQUAZIONI DEL MOTO DI UN SISTEMA INVARIABILE.

Le equazioni generali del problema si raggiungono, di solito, dietro una lunga ambage di calcoli di cui si lascia l'incarico al lettore. Il signor Poinsot, questo geometra filosofo, ha illustrato il tema in uno dei casi di maggiore importanza, sostituendo ai calcoli un'analisi mentale che dipinge chiaramente all'intelletto tutte le circostanze del movimento. Forse il luminoso esempio indurrà valorosi ingegni a diffondere altrettanta chiarezza su la generale questione. In questo articolo io offro quel poco cui valsi a rendere più semplice la ricerca delle analitiche condizioni del problema.

Si immagini una superficie sferica, di raggio eguale all'unità, avente per centro un punto O (fig. 1.^a), preso ad arbitrio nel sistema di forma invariabile in attuale movimento: quindi altri due punti A, B del sistema, e collocati nella superficie di quella sfera. Dopo un istante dt quei punti vengano in $O'A'B'$. Questa trasposizione si può decomporre nel seguente modo: si finga dapprima trasportato il corpo così che tutti i suoi punti descrivano rette eguali e parallele alla OO' , per cui i punti A, B vengano in a, b : immaginati gli archi sferici massimi $A'a, B'b$, condotti gli archi HC, KC perpendicolari a quelli che li dividono per metà, nei triangoli sferici $abc, A'B'C$ saranno i lati $ab = A'B'$, $aC = A'C$, $bC = B'C$, l'angolo $aCb = A'CB'$; cosicchè sottratti l'uno e l'altro dallo stesso angolo aCB' sarà l'angolo $\widehat{bCB} = \widehat{aCB'} = \theta$: epperò rotato l'arco ab intorno al polo C dell'angolo θ si adatterà all'arco $A'B'$.

Supponiamo che il triangolo sferico abc (fig. 2.^a) trirettangolo, rotando intorno al polo O di un angolo θ , si trasferisca nella posizione $a'b'c'$: seguo gli archi di circoli massimi $bpa', ca'a''; cqb', ab'b''; arc' bc'e''$: suppongo gli archi $Oa = \alpha$, $Ob = \epsilon$, $Oc = \gamma$: siccome gli angoli $aOa' = bOb' = cOc' = \theta$, e l'arco cc' sono infinitamente piccoli, $\cos \theta = \frac{\cos \widehat{cc'} - \cos^2 \gamma}{\sin^2 \gamma}$, ossia $(1 - \frac{1}{2} \theta^2) \sin^2 \gamma = 1 - \frac{1}{2} \widehat{cc'}^2 \cos^2 \gamma$, quindi $cc' = \theta \sin \gamma$, $bb' = \theta \sin \epsilon$, $aa' = \theta \sin \alpha$: Essendo poi $\widehat{a'aa''} = \cos \widehat{Oab} = \frac{\cos \epsilon}{\sin \alpha}$, $\widehat{a'a''} = \sin \widehat{aa'} \frac{\cos \epsilon}{\sin \alpha}$, quindi $a'a'' = \theta \cos \epsilon$, $b'b'' = \theta \cos \gamma$, $c'c'' = \theta \cos \alpha$. Abbiamo ancora

$$\widehat{a'a''} = \widehat{aa'} \cdot \sin \widehat{Oab} = \theta \sin \alpha \sqrt{1 - \frac{\cos^2 \epsilon}{\sin^2 \alpha}} = \theta \cos \gamma :$$

dunque

$$aa'' = b'b'' = \theta \cos \gamma, \quad bb'' = c'c'' = \theta \cos \alpha, \quad cc'' = a'a'' = \theta \cos \epsilon, \quad \widehat{aa''^2} + \widehat{bb''^2} + \widehat{cc''^2} = \theta^2$$

epperò la trasposizione del triangolo abc in $a'b'c'$, si può conseguire: col rotarlo, per esempio, dapprima intorno al polo fisso c , da b verso a , di un angolo $\theta \cos \gamma$, per cui a viene in a'' , b in q : Poi rotando il sistema intorno al punto fisso b di un angolo $\theta \cos \ell$, per cui a'' si trasferisce in a' , e in c'' : finalmente rotando di un angolo $\theta \cos \gamma$ intorno ad a , onde c'' si reca in c' , q in b' : e questa triplice rotazione equivale all' unica θ intorno al punto O .

Fingiamo che la trasposizione del sistema debba avvenire così che l'arco massimo KNx_1Hy_1 si adatti ad altro arco massimo N_1x_2H ed il punto x_1 cada in x_2 . Dal polo H si seguino gli archi massimi x_2x , N_1K : e supponiamo $aN = \psi$, $aN_1 = \psi + d\psi$, $Nx_1 = \varphi$, $N_1x_2 = \varphi + d\varphi$, $Ang^o. aNx_1 = \theta$, $Ang. aN_1x_2 = \theta - d\theta$. Sia z_1 il polo dell' arco $x_1Hy_1 = g^o$. Siccome

$$\cos H = \sin \theta \cdot \sin(\theta - d\theta) \cos d\psi + \cos \theta \cos(\theta - d\theta),$$

$$\cot \widetilde{N_1H} = \frac{\cos(\theta - d\theta) \cos d\psi - \cot \theta \cdot \sin(\theta - d\theta)}{\sin d\psi}$$

saranno

$$H^2 = d\theta^2 + d\psi^2 \cdot \sin^2 \theta, \quad \cot \widetilde{N_1H} = \frac{d\theta}{d\psi \cdot \sin \theta}$$

$$\sin \widetilde{xx_2} = \widetilde{xx_2} = \sin H \cdot \sin \widetilde{Hx_2} = H \sin(N_1H - \varphi - d\varphi) = d\psi \sin \theta \cos \varphi - d\theta \sin \psi$$

$$xx_1 = Hx - Hx_1 = (HN_1 - N_1x_2) - (HN - Nx_1) = (HN_1 - HN) - (N_1x_2 - Nx_1) \\ = Nk - d\varphi = d\psi \cos \theta - d\varphi.$$

La trasposizione dell' arco NH sul N_1H e del punto x_1 in x_2 si può ottenere, rotando il sistema intorno al polo z_1 di un angolo x_1 , poi rotando l'arco NH di un angolo H , intorno al polo H , ond' è che indicate con r, q, p le rotazioni parziali rispetto ai poli z_1, y_1, x_1 , che valgono a produrre la rotazione completa, siccome $r = d\psi \cos \theta - d\varphi$, $p^2 + q^2 + r^2 = H^2 + r^2$, ossia $p^2 + q^2 = H^2$; e la rotazione q intorno al polo y_1 è misurata dall' arco xx_2 , ossia $q = d\psi \sin \theta \cos \varphi - d\theta \sin \psi$, dunque $p^2 = (d\theta^2 + d\psi^2 \sin^2 \theta) - (d\psi \sin \theta \cos \varphi - d\theta \sin \psi)^2$, e quindi

$$(1) \quad p = d\psi \sin \theta \sin \varphi + d\theta \cos \varphi, \quad q = d\psi \sin \theta \cos \varphi - d\theta \sin \varphi, \quad r = d\psi \cos \theta - d\varphi.$$

Un corpo rigido roti intorno al centro C della sfera alla quale appartiene il triangolo abc fisso nello spazio. Sia Nx_1y_1 un piano invariabilmente unito a quel corpo, cosicchè la sua posizione sia data dagli angoli ψ, θ, φ . Riferisco i punti del solido a tre assi Cx_1, Cy_1, Cz_1 ortogonali mobili con esso: sia dm la massa di un suo elemento m , cui corrispondano le coordinate x_1, y_1, z_1 : e siano X_1, Y_1, Z_1 le forze che accelerano al moto quel punto dopo un tempo t .

nella direzione di quelle coordinate. Indico con p, q, r le velocità con cui, dopo il tempo t , il corpo tende a rotare intorno ai poli x_1, y_1, z_1 pel movimento preconcepito: velocità equivalenti all'unica $\theta = \sqrt{p^2 + q^2 + r^2}$, intorno al polo O dato da $\cos \widehat{Ox_1} = \frac{p}{\theta}$, $\cos \widehat{Oy_1} = \frac{q}{\theta}$, $\cos \widehat{Oz_1} = \frac{r}{\theta}$. Il piano che passa per m e per l'asse OC , rispetto a Cx_1, Cy_1, Cz_1 , è dato dalla equazione $(py_1 - qx_1)Z + (rx_1 - pz_1)Y + (qz_1 - ry_1)X = 0$. La perpendicolare condotta da m a quell'asse OC è la radice seconda del polinomio $(py_1 - qx_1)^2 + (rx_1 - pz_1)^2 + (qz_1 - ry_1)^2 = \delta^2$. La parte dell'asse OC compresa fra la perpendicolare δ e l'origine O è data da $\frac{1}{\theta}(px_1 + qy_1 + rz_1) = \lambda$ per cui le velocità attuali del punto m secondo gli assi z_1, y_1, x_1 sono

$$qx_1 - py_1, \quad pz_1 - rx_1, \quad ry_1 - qz_1$$

d'onde derivano in tutta la massa del corpo i momenti motori intorno a quegli assi

$$\begin{aligned} M_{z_1} &= \int \{ (rx_1 - pz_1)x_1 - (qz_1 - ry_1)y_1 \} dm \\ &= \int \{ (x_1^2 + y_1^2 + z_1^2)r - (px_1 + qy_1 + rz_1)z_1 \} dm \\ M_{y_1} &= \int \{ (qz_1 - ry_1)z_1 - (py_1 - qx_1)x_1 \} dm \\ &= \int \{ (x_1^2 + y_1^2 + z_1^2)q - (px_1 + qy_1 + rz_1)y_1 \} dm \\ M_{x_1} &= \int \{ (py_1 - qx_1)y_1 - (rx_1 - pz_1)z_1 \} dm \\ &= \int \{ (x_1^2 + y_1^2 + z_1^2)p - (px_1 + qy_1 + rz_1)x_1 \} dm. \end{aligned}$$

Se per brevità poniamo $2T = \theta^2 \int (x_1^2 + y_1^2 + z_1^2) dm - \int (px_1 + qy_1 + rz_1)^2 dm$ saranno

$$M_{z_1} = \frac{dT}{dr}, \quad M_{y_1} = \frac{dT}{dq}, \quad M_{x_1} = \frac{dT}{dp}.$$

Nel tempuscolo dt , che succede a t , queste quantità acquistano gli incrementi

$$\frac{dM_{z_1}}{dt} dt, \quad \frac{dM_{y_1}}{dt} dt, \quad \frac{dM_{x_1}}{dt} dt.$$

Indaghiamo le cause che inducono tali effetti. Queste sono primamente le azioni esteriori misurate dai loro rispettivi momenti

$$\dot{M}_{z_1} = \int (X_1 y_1 - Y_1 x_1) dm, \quad \dot{M}_{y_1} = \int (Z_1 x_1 - X_1 z_1) dm, \quad \dot{M}_{x_1} = \int (Y_1 z_1 - Z_1 y_1) dm$$

moltiplicati per la durata dt di loro ragione: cui aggiungeremo, quando esistano, le azioni esercitate alla superficie, che si deducono da queste stesse espressioni

cambiando l'elemento di massa in quello di superficie, ec. ... Poi dobbiamo considerare i momenti delle forze centrifughe antecedentemente indotte nel sistema. La forza centrifuga del punto m , che si esercita intorno all'asse OC , ha per misura $\delta \cdot \theta^2 \cdot dm$: per averne le componenti secondo gli assi x_1, y_1, z_1 notiamo che

$$x_1 = \delta \cos \bar{\delta}x_1 + \lambda \cos \bar{\lambda}x_1, \quad y_1 = \delta \cos \bar{\delta}y_1 + \lambda \cos \bar{\lambda}y_1, \quad z_1 = \delta \cos \bar{\delta}z_1 + \lambda \cos \bar{\lambda}z_1;$$

$$\cos \bar{\lambda}x_1 = \frac{p}{\theta}, \quad \cos \bar{\lambda}y_1 = \frac{q}{\theta}, \quad \cos \bar{\lambda}z_1 = \frac{r}{\theta}$$

per cui

$$\theta^2 \delta \cos \bar{\delta}x_1 = \theta^2 x_1 - p(p x_1 + q y_1 + r z_1), \quad \theta^2 \delta \cos \bar{\delta}y_1 = \theta^2 y_1 - q(p x_1 + q y_1 + r z_1),$$

$$\theta^2 \delta \cos \bar{\delta}z_1 = \theta^2 z_1 - r(p x_1 + q y_1 + r z_1)$$

quindi i momenti motori di tutta la massa rispetto a quegli assi sono

$$M''_{z_1} = \int (p x_1 + q y_1 + r z_1) (q x_1 - p y_1) dm = p M_{y_1} - q M_{x_1} = p \frac{dT}{dq} - q \frac{dT}{dp}$$

$$M''_{y_1} = \int (p x_1 + q y_1 + r z_1) (p z_1 - r x_1) dm = r M_{x_1} - p M_{z_1} = r \frac{dT}{dp} - p \frac{dT}{dr}$$

$$M''_{x_1} = \int (p x_1 + q y_1 + r z_1) (r y_1 - q z_1) dm = q M_{z_1} - r M_{y_1} = q \frac{dT}{dr} - r \frac{dT}{dq}$$

e avremo per ultimo le note equazioni della Meccanica Analitica di Lagrange (*)

$$(2) \quad d_t \frac{dT}{dp} + r \frac{dT}{dq} - q \frac{dT}{dr} = \dot{M}_{x_1}, \quad d_t \frac{dT}{dq} + p \frac{dT}{dr} - r \frac{dT}{dp} = \dot{M}_{y_1},$$

$$d_t \frac{dT}{dr} + q \frac{dT}{dp} - p \frac{dT}{dq} = \dot{M}_{z_1}.$$

Siano α, ϵ, γ i coseni degli angoli che una retta qualunque forma cogli assi x_1, y_1, z_1 . Moltiplichiamo queste equazioni (2) ordinatamente per α, ϵ, γ , e facciamone la somma. Essendo $\frac{dT}{dq}(r\alpha - p\gamma) + \frac{dT}{dp}(q\gamma - r\epsilon) + \frac{dT}{dr}(p\epsilon - q\alpha) = 0$ perchè esprime la somma dei momenti delle forze da cui è animato il sistema, alla fine del tempo t , rispetto ad un asse perpendicolare a quello della istantanea rotazione OC : avremo quindi

$$(3) \quad d_t \left(\alpha \frac{dT}{dp} + \epsilon \frac{dT}{dq} + \gamma \frac{dT}{dr} \right) = \alpha \dot{M}_{x_1} + \epsilon \dot{M}_{y_1} + \gamma \dot{M}_{z_1}.$$

Eulero, poi Lagrange, hanno dimostrato che un solido, spinto al moto da impulsi contemporanei, rota intorno a quell'asse rispetto al quale la forza viva

(*) I principii ai quali è fondata quest'analisi conducono speditamente alle equazioni da cui Lagrange desume la teoria del moto dei corpi celesti (Meccan. Anal. T. II.).

del corpo è massima o minima: ma non sembra notato che la stessa proprietà ha luogo quand' anche il solido si muova per la continuata azione di potenze comunque variabili. Per dimostrare brevemente il teorema suppongo che gli assi Cx_1, Cy_1, Cz_1 , affissi al corpo, siano i principali d'inerzia: faccio $\int(y_1^2 + z_1^2) dm = A$, $\int(y_1^2 + x_1^2) dm = B$, $\int(x_1^2 + y_1^2) dm = C$ per cui $2T = Ap^2 + Bq^2 + Cr^2$, e le equazioni (2) del moto saranno

$$A(p + d_t p \cdot dt) = (\dot{M}_x + M_x'') dt + Ap = m_x, \quad B(q + d_t q \cdot dt) = (\dot{M}_y + M_y'') dt + Bq = m_y, \\ C(r + d_t r \cdot dt) = (\dot{M}_z + M_z'') dt + Cr = m_z.$$

Immagino per il centro di rotazione una retta la quale formi cogli assi Cx_1, Cy_1, Cz_1 , angoli di cui i coseni siano a, b, c . Al fine del tempo $t + dt$ la velocità angolare del corpo intorno a quella retta sarà $\omega = \frac{am_x + bm_y + cm_z}{Aa^2 + Bb^2 + Cc^2}$; la forza viva verrà data dalla formola

$$F = \omega^2 \int \{ (ax_1 - by_1)^2 + (cx_1 - az_1)^2 + (bz_1 + cy_1)^2 \} dm = (Aa^2 + Bb^2 + Cc^2) \omega^2 \\ = \frac{(am_x + bm_y + cm_z)^2}{Aa^2 + Bb^2 + Cc^2}.$$

I valori di a, b, c che corrispondono al massimo o minimo di questa funzione F , ove $a^2 + b^2 + c^2 = 1$, rendono

$$\left(\frac{m_x}{a} - \frac{m_z}{c} \right) \frac{1}{A-C} = \left(\frac{m_y}{b} - \frac{m_z}{c} \right) \frac{1}{B-C} = \omega$$

equazioni soddisfatte ponendo $a : b : c = p + d_t p \cdot dt : q + d_t q \cdot dt : r + d_t r \cdot dt = \frac{m_x}{A} : \frac{m_y}{B} : \frac{m_z}{C}$ cioè i coseni che, al fine del tempo $t + dt$, determinano l'asse di spontanea rotazione.

Per indicare una applicazione assumo quella discussa dal signor Poinsot nell'opercetta sui con rotanti. Siano Cx_1, Cy_1, Cz_1 gli assi dell'ellissoide centrale: e cerchiamo quali forze debbano muovere il solido talmente che un cono retto descritto intorno all'asse Cz_1 , e fisso al corpo, si aggiri intorno ad altro cono retto fisso nello spazio ad un suo asse Ccz : le superficie di quei cono si muovano toccandosi, senza strisciare fra loro, e le apoteme di contatto rotino con moto uniforme intorno ai loro assi. Le due circonferenze comuni a quelle superficie coniche ed alla sferica fissa abbiano raggi misurati da $\text{sen } \alpha, \text{sen } \xi$: gli archi che in un tempuscolo dt descriverà il punto di contatto nell'una e nell'altra circonferenza saranno $d\psi \cdot \text{sen } \alpha = d\varphi \cdot \text{sen } \xi$: l'angolo θ sarà costante: φ funzione lineare di t che pongo $\varphi = ht$. Fatto $\frac{\text{sen } \alpha}{\text{sen } \xi} = a$, le equazioni (1) nel caso

attuale divengono

$$p = a \sin \theta \sin \varphi \, d\varphi, \quad q = a \sin \theta \cos \varphi \, d\varphi, \quad r = (a \cos \theta - 1) \, d\varphi.$$

Supposti poi

$$2 \int z_1^2 \, dm + a \cos \theta \int (y_1^2 - z_1^2) \, dm = D, \quad 2 \int z_1^2 \, dm + a \cos \theta \int (x_1^2 - z_1^2) \, dm = E, \\ \int (x_1^2 - y_1^2) \, dm = F$$

le equazioni (2) porgono

$$D \cos \varphi = \frac{\dot{M}_x}{ah^2 \sin \theta}, \quad E \sin \varphi = -\frac{\dot{M}_x}{ah^2 \sin \theta}, \quad F \sin \varphi \cos \varphi = \frac{\dot{M}_y}{a^2 h^2 \sin^2 \theta}$$

e se il solido è di rivoluzione rispetto all'asse Cz_1 per cui $D = E$, $F = 0$, saranno

$$\dot{M}_z = 0, \quad \sqrt{\dot{M}_x^2 + \dot{M}_y^2} = Dah^2 \sin \theta, \quad 1 + \frac{\dot{M}_x}{M_y} \tan \varphi = 0.$$

Volendo conoscere da quali azioni debba essere animato un solido, fisso ad un punto, perchè l'elissoide centrale si muova toccando un piano fisso, che suppongo perpendicolare all'asse Ccz , e rappresento colla equazione $z = h$. Essendo Cx_1, Cy_1, Cz_1 gli assi principali d'inerzia

$$\int (x_1^2 + y_1^2) \, dm = \frac{1}{c^2}, \quad \int (x_1^2 + z_1^2) \, dm = \frac{1}{b^2}, \quad \int (y_1^2 + z_1^2) \, dm = \frac{1}{a^2}$$

le equazioni (2) saranno

$$(a) \quad b^2 c^2 d_1 p + a^2 (c^2 - b^2) q r = a^2 b^2 c^2 \dot{M}_x, \quad a^2 c^2 d_1 q + b^2 (a^2 - c^2) p r = a^2 b^2 c^2 \dot{M}_y, \\ a^2 b^2 d_1 r + c^2 (b^2 - a^2) p q = a^2 b^2 c^2 \dot{M}_z.$$

Eliminato dalle (1) l'angolo ψ si deducono

$$(b) \quad p \cos \varphi - q \sin \varphi = d\theta, \quad (p \sin \varphi + q \cos \varphi) \cos \theta = (r + d\varphi) \sin \theta$$

e siccome $\cos \widehat{zx}_1 = -\sin \varphi \sin \theta$, $\cos \widehat{zy}_1 = -\cos \varphi \sin \theta$, $\cos \widehat{z_1 z} = \cos \theta$, come si scorge facilmente dall'annessa figura 2.^a, se indichiamo con x_1, y_1, z_1 le coordinate del punto in cui il piano $z = h$ tocca l'elissoide centrale, avremo

$$(c) \quad h^2 = (a^2 \sin^2 \varphi + b^2 \cos^2 \varphi) \sin^2 \theta + c^2 \cos^2 \theta, \quad x_1 = -\frac{a^2}{h} \sin \varphi \sin \theta, \\ y_1 = -\frac{b^2}{h} \cos \varphi \sin \theta, \quad z_1 = \frac{c^2}{h} \cos \theta$$

cosicchè dalle (a) (b) (c) eliminate p, q, r conseguiremo una equazione di condizione fra $\dot{M}_x, \dot{M}_y, \dot{M}_z$ ed una delle variabili t, φ, θ , quale meglio conviene. Non trascrivo la complicata relazione che ora non mi accingo ad esaminare.

DEI MOVIMENTI DI UN SEMI-ELISSOIDE OMOGENEO GALEGGIANTE IN UN LIQUIDO.

Dedico questa Nota all' esame dei movimenti piccolissimi di un semi-elissoide galeggiante, sembrandomi che non siano stati considerati con qualche dettaglio.

Sia $\frac{x_1^2}{a^2} + \frac{y_1^2}{b^2} + \frac{z_1^2}{c^2} = 1$ la equazione della superficie dell'elissoide riferito ai suoi assi: $z_1 = mx_1 + ny_1 + p$ quella di un piano segante quel solido. Supponiamo $z_1 = c \cos \theta$, $y_1 = b \sin \theta \sin \omega$, $x_1 = a \sin \theta \cos \omega$, per cui

$$\frac{dx_1}{d\omega} \cdot \frac{dy_1}{d\theta} - \frac{dx_1}{d\theta} \cdot \frac{dy_1}{d\omega} = -ab \sin \theta \cos \theta.$$

Indicate con d, D le gravità specifiche dell'elissoide e del liquido, e supposto quel corpo segato da un piano $z_1 = h$, il volume del semi-elissoide e della parte di esso terminata dalla sua superficie e dal piano $z_1 = h$ sono date dalle formole

$$\frac{2}{3} \pi abc \quad , \quad \frac{\pi ab}{3} \left(2c - 3h + \frac{h^3}{c^2} \right)$$

e le ordinate dei loro centri di gravità dalle seguenti

$$\frac{3}{8} c \quad , \quad \frac{3}{4} \frac{h^4 - 2h^2c^2 + c^4}{h^3 - 3hc^2 + 2c^3}.$$

Se il piano $z_1 = h$ rappresenta la superficie del liquido nello stato di stabile equilibrio, e $D > d$ bisogna aggiungere una zavorra al solido galeggiante, che suppongo concentrata nel termine dell'asse c e rappresento la sua massa con $\frac{2}{3} \pi abc \cdot \Delta$: ne vengono quindi le condizioni

$$h^3 - 3c^2h + 2c^3 \left(1 - \frac{d+\Delta}{D} \right) = 0,$$

$$\frac{\frac{1}{4} \pi abc^2 d + \frac{2}{5} \pi abc^2 \Delta}{\frac{2}{5} \pi abc (d+\Delta)} = \frac{(3d+8\Delta)c}{8(d+\Delta)} > \frac{3}{4} \frac{h^4 - 2h^2c^2 + c^4}{h^3 - 3hc^2 + 2c^3}$$

d'onde si deduce

$$c^2 \left\{ \frac{3d+8\Delta-3D}{3D} + \frac{(d+\Delta-D)^2}{D^2} \right\} > \left\{ h + \frac{d+\Delta-D}{D} \right\}^2$$

poi

$$(1) \quad \Delta + d + \frac{1}{3} D > \frac{1}{3} \sqrt{D(15 \cdot d + D)} \text{ e prossimamente } h = \frac{2}{3} c \left(1 - \frac{d+\Delta}{D} \right).$$

La linea comune al semi-ellissoide ed al piano $z_1 = mx_1 + ny_1 + \rho$ essendo rappresentata dalla equazione

$$c \cos \theta_1 = \varphi \operatorname{sen} \theta_1 + \rho \quad \text{dove} \quad \varphi = am \cos \omega + bn \operatorname{sen} \omega$$

supposte m, n, p quantità piccolissime, trascurandone le dimensioni superiori alla seconda, abbiamo

$$\operatorname{sen} \theta_1 = 1 - \frac{1}{2c}(\rho + \varphi)^2 \quad \cos \theta_1 = \frac{1}{c}(\rho + \varphi)$$

ed il volume del tronco di ellissoide ed i suoi momenti rispetto agli assi sono

$$V = \frac{2\pi ab}{3} \left(c - \frac{3}{2}\rho \right), \quad M_x = -\frac{\pi a^3 b}{4} m, \quad M_y = -\frac{\pi ab^3}{4} n, \quad M_z = \frac{\pi ab}{8} (2c^2 - (ma^2 + nb^2 + 4\rho^2))$$

epperò le coordinate del centro d'inerzia

$$(a) \quad x_1 = -\frac{3a^2}{8c} \left(1 + \frac{3\rho}{2c} \right) m, \quad y_1 = -\frac{3b^2}{8c} \left(1 + \frac{3\rho}{2c} \right) n, \quad z_1 = \frac{3}{16} \left\{ 2c + 3\rho - \frac{m^2 a^2 + n^2 b^2}{c} + \frac{\rho^2}{2c} \right\}$$

Supponiamo che il piano $z_1 = mx_1 + ny_1 + \rho$ rappresenti la superficie liquida immobile, e che l'asse x_1 dell'ellissoide si muova costantemente in un piano verticale: supposizione che agevolando il calcolo non limita i principali movimenti. Immaginati tre assi ortogonali x, y, z condotti per il punto $x_1 = y_1 = 0, z_1 = \rho$ per modo che l'asse x sia la traccia del piano $z_1 = mx_1 + ny_1 + \rho$ sul piano $x_1 z_1$, e l'asse z sia la perpendicolare ad esso diretta secondo l'asse z_1 , supponiamo l'angolo $zz_1 = \theta$; ed indichiamo con ψ, φ gli angoli che la retta comune ai piani $xy, x_1 y_1$ forma rispettivamente cogli assi x ed x_1 : saranno per conseguenza $\operatorname{tang} \psi = \cos \theta \cdot \operatorname{tang} \varphi, \frac{m}{n} = -\operatorname{tang} \psi, \sqrt{m^2 + n^2} = \operatorname{tang} \theta$

$$m = \operatorname{tang} \theta \cdot \operatorname{sen} \psi, \quad n = -\operatorname{tang} \theta \cdot \cos \psi$$

e siccome m, n si vogliono piccolissimi, lo sarà θ , e trascurandone le potenze superiori alla seconda avremo

$$\varphi = \psi - \frac{1}{2}\theta^2 \operatorname{sen} \psi \cos \psi, \quad m = \theta \operatorname{sen} \psi, \quad n = -\theta \cos \psi$$

e le note equazioni geometriche dei movimenti rotatorj porgono

$$p = \theta \operatorname{sen} \varphi d\varphi - d\theta \cos \varphi = -d(\theta \cos \psi), \quad q = \theta \cos \varphi d\varphi + d\theta \operatorname{sen} \varphi = d(\theta \operatorname{sen} \psi),$$

$$r = d\varphi - d\psi + \frac{1}{2}\theta^2 d\varphi.$$

Dalle equazioni (a) deduciamo l'ordinata verticale del centro d'inerzia del volume V essere

$$z = \frac{3}{8} \left\{ c - \frac{7}{2 \cdot 3} \rho + \frac{1}{2c} \left(m^2 a^2 + n^2 b^2 \rho + \frac{1}{2} \rho^2 \right) \right\}$$

per cui il moto verticale di quel centro verrà indicato dalla equazione

$$\frac{2}{3} \pi abc (d + \Delta) \frac{d^2 z}{dt^2} = \frac{2}{3} \pi abc (d + \Delta) g - \frac{2}{3} \pi ab D \left(c - \frac{3}{2} \rho \right) g$$

la quale, per una prima approssimazione, fornisce

$$(b) \quad \frac{d^2 \rho}{dt^2} = \frac{16}{7} \left(\frac{D}{d + \Delta} - 1 \right) g - \frac{16 D g}{7c(d + \Delta)} \rho.$$

I momenti dello sforzo esercitato dall'azione verticale del liquido, misurata dal prodotto $gDV = \frac{2\pi abc}{3} \left(1 - \frac{3\rho}{2c} \right) Dg$, per rotare l'elissoide intorno ai propri assi sono

$$m_x = -\frac{\pi ab}{4} (b^2 - c^2) g D \cdot \theta \cos \psi, \quad m_y = -\frac{\pi ab}{4} (a^2 - c^2) g D \cdot \theta \sin \psi, \\ m_z = \frac{\pi ab}{4} (a^2 - b^2) g D \theta^2 \sin \psi \cos \psi$$

e quelli opposti della zavorra

$$\dot{m}_x = \frac{2}{3} \pi abc^2 \cdot g \Delta \cdot \theta \cos \psi, \quad \dot{m}_y = \frac{2}{3} \pi abc^2 \cdot g \Delta \cdot \theta \sin \psi, \quad \dot{m}_z = 0$$

i momenti d'inerzia rispetto agli assi x_1, y_1, z_1 sono

$$A_1 = \frac{\pi^2 abc}{2 \cdot 3 \cdot 5} (b^2 + c^2) D + \frac{2}{3} \pi abc^3 \Delta, \quad B_1 = \frac{\pi^2 abc}{2 \cdot 3 \cdot 5} (a^2 + c^2) D + \frac{2}{3} \pi abc^3 \Delta, \\ C_1 = \frac{\pi^2 abc}{2 \cdot 3 \cdot 5} (a^2 + b^2) D$$

e le note equazioni dei moti rotatorii

$$C_1 dr + (B_1 - A_1) pq = m_z + \dot{m}_z, \quad B_1 dq + (A_1 - C_1) pr = m_y + \dot{m}_y, \\ A_1 dp + (C_1 - B_1) qr = m_x + \dot{m}_x,$$

le quali per una prima approssimazione, forniscono

$$(c) \quad B_1 d^2(\theta \sin \psi) = -\pi ab \cdot g \left\{ \frac{a^2 + c^2}{4} D - \frac{2}{3} c^2 \Delta \right\} \cdot \theta \sin \psi \\ A_1 d^2(\theta \cos \psi) = -\pi ab \cdot g \left\{ \frac{2}{3} c^2 \Delta - \frac{b^2 - c^2}{4} D \right\} \cdot \theta \cos \psi.$$

Perchè i movimenti del galeggiante non aumentino indefinitamente col tempo devono essere

$$(2) \quad \frac{a^2 - c^2}{4} D > \frac{2}{3} c^2 \Delta > \frac{b^2 - c^2}{4} D$$

condizioni che combinate alla (1) stabiliscono limiti alle grandezze relative degli assi dell'elissoide.

Indicate colle lettere A, B, \dots tante costanti arbitrarie gli integrali delle equazioni (b) (c) sono

$$\begin{aligned} \varphi &= \frac{2}{3} \left(1 - \frac{d+\Delta}{D} \right) c + A \operatorname{sen} \left(4t \sqrt{\frac{Dg}{7(d+\Delta)c}} \right) + B \cos \left(4t \sqrt{\frac{Dg}{7(d+\Delta)c}} \right) \\ \theta \operatorname{sen} \psi &= C \operatorname{sen}(ht) + D \cos(ht), \quad \theta \cos \psi = E \operatorname{sen}(ht) + F \cos(ht) \end{aligned}$$

dove

$$h^2 = \frac{5g\{3(a^2 - c^2)D - 8c^2\Delta\}}{2\{7(a^2 + c^2)D + 20 \cdot c^2\Delta\}c}, \quad k^2 = \frac{5g\{8c^2\Delta - 3(b^2 - c^2)D\}}{2\{7(b^2 + c^2)D + 20 \cdot c^2\Delta\}c}$$

e restano a determinare le costanti A, B, \dots dipendentemente dallo stato iniziale del solido in movimento.

Perchè poi la faccia superiore, in cui sono i semi-assi a, b , mai non si sommerga, la traccia $y_1 = -\frac{m}{n}x_1 - \frac{c}{n}$ della superficie libera del liquido con quel piano x_1, y_1 dovrà essere discosta dal centro più che la tangente l'elisse parallela ad essa traccia, quindi la condizione

$$(3) \quad \varphi > \sqrt{m^2 a^2 + n^2 b^2} \quad \text{ossia} \quad \varphi > \theta \sqrt{a^2 \operatorname{sen}^2 \psi + b^2 \cos^2 \psi}$$

ed il minimo valore di φ essendo $\frac{2}{3} \left(1 - \frac{d+\Delta}{D} \right) c - \sqrt{A^2 + B^2}$, indicato con φ_0 il valore iniziale di φ per cui $B = \varphi_0 - \frac{2}{3} \left(1 - \frac{d+\Delta}{D} \right) c = \varphi_0 - h < 0$: dovrà essere ancora

$$(4) \quad \frac{2}{3} \left(1 - \frac{d+\Delta}{D} \right) c > \sqrt{A^2 + B^2}$$

e $\varphi_0 - \frac{2}{3} \left(\frac{d+\Delta}{D} \right)$ non minore della più grande fra le quattro quantità

$$\sqrt{a^2 C^2 + b^2 E^2}, \quad \sqrt{a^2 C^2 + b^2 F^2}, \quad \sqrt{a^2 D^2 + b^2 E^2}, \quad \sqrt{a^2 D^2 + b^2 F^2}.$$

Per brevità non introduco nelle formule i simboli determinanti lo stato iniziale dell'elissoide. Se vorremo spingere più oltre l'approssimazione, tenendo a calcolo i termini dipendenti da θ^2 , basterà considerare quei termini siccome provenienti da forze perturbanti i moti già considerati.

SU GLI INTEGRALI COMUNI A MOLTI PROBLEMI DI MECCANICA.

All'illustre geometra sig. Bertrand si devono il pensiero di questo nuovo genere di interessanti questioni ed ingegnose risoluzioni di alcune. In questa Nota esaminò il primo problema del sig. Bertrand, e la generale risoluzione da me conseguita dimostra che i risultati cui giunge il distinto geometra non sono, quali lui giudicò, « *les seules integrales qui conviennent à plusieurs problèmes différents relatifs au mouvement d'un point libre dans un plan* » (Giornale di Liouville, 1852, Tom. 17, pag. 136).

Un punto si muova in un piano: dopo un tempo t siano x, y le coordinate ortogonali che ne determinano la posizione: X, Y le componenti secondo gli assi coordinati della forza acceleratrice, la quale non dipenda dalla velocità del punto. Indicando cogli apici di Lagrange le derivate rispetto al tempo, le equazioni del moto sono

$$x'' = X, \quad y'' = Y.$$

Sia $\varphi(x, y, x', y') = \alpha$ costante; un integrale primo del problema, per cui $\frac{d\varphi}{dt} = -1$, oppure $\frac{d\varphi}{dt} = 0$: Sarà identicamente

$$\frac{d\varphi}{dt} + \frac{d\varphi}{dx}x' + \frac{d\varphi}{dy}y' + \frac{d\varphi}{dx}X + \frac{d\varphi}{dy}Y = 0$$

e saranno pure identicamente soddisfatte le seguenti equazioni che si deducono da questa differenziandola parzialmente rispetto ad x', y' ; cioè

$$\frac{d\varphi}{dx} + \frac{d^2\varphi}{dx dx'}x' + \frac{d^2\varphi}{dy dx'}y' + \frac{d^2\varphi}{dx'^2}X + \frac{d^2\varphi}{dx' dy'}Y = 0$$

$$\frac{d\varphi}{dy} + \frac{d^2\varphi}{dx dy'}x' + \frac{d^2\varphi}{dy dy'}y' + \frac{d^2\varphi}{dx' dy'}X + \frac{d^2\varphi}{dy'^2}Y = 0.$$

Da cui si traggono

$$\left\{ \frac{d\varphi}{dx} + \frac{d^2\varphi}{dx dx'}x' + \frac{d^2\varphi}{dy dx'}y' \right\} \frac{d\varphi}{dx'} - \left\{ \frac{d\varphi}{dt} + \frac{d\varphi}{dx}x' + \frac{d\varphi}{dy}y' \right\} \frac{d^2\varphi}{dx'^2} + Y \left\{ \frac{d\varphi}{dx'} \cdot \frac{d^2\varphi}{dx' dy'} - \frac{d\varphi}{dy'} \cdot \frac{d^2\varphi}{dx'^2} \right\} = 0$$

$$\left\{ \frac{d\varphi}{dy} + \frac{d^2\varphi}{dx dy'}x' + \frac{d^2\varphi}{dy dy'}y' \right\} \frac{d\varphi}{dy'} - \left\{ \frac{d\varphi}{dt} + \frac{d\varphi}{dx}x' + \frac{d\varphi}{dy}y' \right\} \frac{d^2\varphi}{dy'^2} + X \left\{ \frac{d\varphi}{dy'} \cdot \frac{d^2\varphi}{dx' dy'} - \frac{d\varphi}{dx'} \cdot \frac{d^2\varphi}{dy'^2} \right\} = 0$$

$$\left\{ \frac{d\varphi}{dy} + \frac{d^2\varphi}{dx dy'}x' + \frac{d^2\varphi}{dy dy'}y' \right\} \frac{d\varphi}{dx'} - \left\{ \frac{d\varphi}{dt} + \frac{d\varphi}{dx}x' + \frac{d\varphi}{dy}y' \right\} \frac{d^2\varphi}{dx' dy'} + Y \left\{ \frac{d\varphi}{dx'} \cdot \frac{d^2\varphi}{dy'^2} - \frac{d\varphi}{dy'} \cdot \frac{d^2\varphi}{dx' dy'} \right\} = 0$$

Affinchè queste equazioni abbraccino tutti i problemi cui compete lo stesso integrale $\varphi(x, y, x', y', t) = \alpha$, devono sussistere indipendentemente dalle

variabili X, Y : per cui, in primo luogo, saranno

$$\frac{d\varphi}{dx} \cdot \frac{d^2\varphi}{dx'dy'} - \frac{d\varphi}{dy'} \cdot \frac{d^2\varphi}{dx'^2} = 0, \quad \frac{d\varphi}{dy'} \cdot \frac{d^2\varphi}{dx'dy'} - \frac{d\varphi}{dx'} \cdot \frac{d^2\varphi}{dy'^2} = 0$$

cioè

$$\frac{d_{x'}\left(\frac{d\varphi}{dy'}\right)}{\frac{d\varphi}{dy'}} = \frac{d_{x'}\left(\frac{d\varphi}{dx'}\right)}{\frac{d\varphi}{dx'}}, \quad \frac{d_{y'}\left(\frac{d\varphi}{dy'}\right)}{\frac{d\varphi}{dy'}} = \frac{d_{y'}\left(\frac{d\varphi}{dx'}\right)}{\frac{d\varphi}{dx'}}$$

epperò $\frac{d\varphi}{dx'} = \frac{d\varphi}{dy'} \psi(x, y)$: essendo $\psi(x, y)$ una funzione indeterminata di x, y : e quindi

$$\varphi = F(y' + x'\psi(x, y), x, y, t).$$

Avremo in secondo luogo

$$\left\{ \frac{d\varphi}{dx} + \frac{d^2\varphi}{dx dx'} x' + \frac{d^2\varphi}{dy dx'} y' \right\} \frac{d\varphi}{dx'} = \left\{ \frac{d\varphi}{dt} + \frac{d\varphi}{dx} x' + \frac{d\varphi}{dy} y' \right\} \frac{d^2\varphi}{dx'^2}$$

$$\left\{ \frac{d\varphi}{dy} + \frac{d^2\varphi}{dy dx'} x' + \frac{d^2\varphi}{dy dy'} y' \right\} \frac{d\varphi}{dy'} = \left\{ \frac{d\varphi}{dt} + \frac{d\varphi}{dx} x' + \frac{d\varphi}{dy} y' \right\} \frac{d^2\varphi}{dy'^2}.$$

Introduciamo in queste equazioni la funzione φ sotto la forma trovata, e supposto $y' + x'\psi(x, y) = u$, sostituiamo ad y' la variabile u , per cui derivano

$$\left[x' \frac{dF}{du} \frac{d\psi}{dx} + \frac{dF}{dx} + x' \left\{ x' \frac{d^2F}{du^2} \psi \frac{d\psi}{dx} + \frac{d^2F}{du dx} \psi + \frac{dF}{du} \frac{d\psi}{dx} \right\} \right. \\ \left. + (u - x'\psi) \left\{ x' \frac{d^2F}{du^2} \psi \frac{d\psi}{dy} + \frac{d^2F}{du dy} \psi + \frac{dF}{du} \frac{d\psi}{dy} \right\} \right] \frac{dF}{du} =$$

$$= \left[\frac{dF}{dt} + x' \left\{ x' \frac{dF}{du} \frac{d\psi}{dx} + \frac{dF}{dx} \right\} + (u - x'\psi) \left\{ x' \frac{dF}{du} \frac{d\psi}{dy} + \frac{dF}{dy} \right\} \right] \frac{d^2F}{du^2} \psi$$

$$\left[x' \frac{dF}{du} \cdot \frac{d\psi}{dy} + \frac{dF}{dy} + x' \left\{ x' \frac{d^2F}{du^2} \frac{d\psi}{dx} + \frac{d^2F}{du dx} \right\} + (u - x'\psi) \left\{ x' \frac{d^2F}{du^2} \frac{d\psi}{dy} + \frac{d^2F}{du dy} \right\} \right] \frac{dF}{du}$$

$$= \left[\frac{dF}{dt} + x' \left\{ x' \frac{dF}{du} \frac{d\psi}{dx} + \frac{dF}{dx} \right\} + (u - x'\psi) \left\{ x' \frac{dF}{du} \frac{d\psi}{dy} + \frac{dF}{dy} \right\} \right] \frac{d^2F}{du^2}.$$

Si come in queste equazioni identiche la x' si trova soltanto esplicita, devono essere nulli separatamente i coefficienti delle sue varie potenze: la x'^2 scompare da sè: e si hanno quindi le quattro equazioni

$$\left\{ \frac{dF}{dx} + u \frac{dF}{du} \frac{d\psi}{dy} + u \psi \frac{d^2F}{du dy} \right\} \frac{dF}{du} = \left\{ \frac{dF}{dt} + u \frac{dF}{dy} \right\} \frac{d^2F}{du^2} \psi$$

$$\left\{ \frac{dF}{dy} + u \frac{d^2F}{du dy} \right\} \frac{dF}{du} = \left\{ \frac{dF}{dt} + u \frac{dF}{dy} \right\} \frac{d^2F}{du^2}$$

$$(a) \left\{ 2 \frac{dF}{du} \frac{d\psi}{dx} + \frac{d^2F}{du dx} \psi + u \frac{d^2F}{du^2} \psi \frac{d\psi}{dy} - \frac{dF}{du} \psi \frac{d\psi}{dy} - \frac{d^2F}{du dy} \right\} \frac{dF}{du} = \left\{ \frac{dF}{dx} + u \frac{dF}{du} \frac{d\psi}{dy} - \frac{dF}{dy} \psi \right\} \frac{d^2F}{du^2} \psi$$

$$\left\{ \frac{dF}{du} \frac{d\psi}{dy} + \frac{d^2F}{du dx} + u \frac{d^2F}{du^2} \frac{d\psi}{dy} - \frac{d^2F}{du dy} \psi \right\} \frac{dF}{du} = \left\{ \frac{dF}{dx} + u \frac{dF}{du} \frac{d\psi}{dy} - \frac{dF}{dy} \psi \right\} \frac{d^2F}{du^2}.$$

Confrontando fra loro le due prime poi le due seconde, si deducono

$$\frac{dF}{dx} + u \frac{dF}{du} \cdot \frac{d\psi}{dy} = \psi \frac{dF}{dy}, \quad \frac{d\psi}{dx} - \psi \frac{d\psi}{dy} = 0.$$

La prima (a) porge conseguentemente

$$\left\{ \frac{dF}{dy} + u \frac{d^2 F}{du dy} \right\} \frac{dF}{du} = \left\{ \frac{dF}{du} + u \frac{dF}{dy} \right\} \frac{d^2 F}{du^2}$$

la quale, posto $\frac{dF}{du} = a$, ove $a = 0$, oppure $a = -1$, si scrive

$$\frac{dF}{du} \cdot d_u \left(a + u \frac{dF}{dy} \right) = \frac{d^2 F}{du^2} \left(a + u \frac{dF}{dy} \right)$$

e fornisce $\frac{dF}{du} = \left\{ a + u \frac{dF}{dy} \right\} \lambda(x, y)$: essendo λ segno di funzione arbitraria.

La quarta equazione (a) che rimane a considerare, cioè

$$\frac{dF}{du} \cdot \frac{d\psi}{dy} + \frac{d^2 F}{du dx} + u \frac{d^2 F}{du^2} \cdot \frac{d\psi}{dy} - \frac{d^2 F}{du dy} \psi = \frac{d\psi}{dy} d_u \left(u \frac{dF}{du} \right) + d_u \left(\frac{dF}{dx} - \frac{dF}{dy} \psi \right) = 0$$

è conseguenza delle antecedenti.

Per integrare le equazioni

$$(b) \quad \frac{d\psi}{dx} - \psi \frac{d\psi}{dy} = 0, \quad \frac{dF}{du} = \left\{ a + u \frac{dF}{dy} \right\} \lambda(x, y), \quad \frac{dF}{dx} + u \frac{dF}{du} \frac{d\psi}{dy} - \frac{dF}{dy} \psi = 0$$

poniamo $\psi(x, y) = \theta$, $\lambda(x, y) = \omega$, d'onde derivino $x = m(\omega, \theta)$, $y = u(\omega, \theta)$, e surrogate le variabili θ, ω alle x, y colle solite regole della trasformazione, caviamo dalla prima equazione (b) $\frac{dn}{d\omega} + \theta \frac{dm}{d\omega} = 0$, epperò $n = p(\theta) - \theta m$, essendo p funzione indeterminata di θ : La seconda (b) fornisce

$$\left\{ \frac{dm}{d\omega} \frac{dn}{d\theta} - \frac{dm}{d\theta} \frac{dn}{d\omega} \right\} \left(\frac{dF}{du} - a\omega \right) = \left\{ \frac{dF}{d\theta} \cdot \frac{dm}{d\omega} - \frac{dF}{d\omega} \cdot \frac{dm}{d\theta} \right\} u\omega$$

ossia

$$\left(\frac{dF}{du} - a\omega \right) \{ p'(\theta) - m \} \frac{dm}{d\omega} = \left\{ \frac{dF}{d\theta} \cdot \frac{dm}{d\omega} - \frac{dF}{d\omega} \cdot \frac{dm}{d\theta} \right\} u\omega$$

e la terza si riduce alla seguente

$$\{ p'(\theta) - m \} \frac{dF}{d\omega} + u \frac{dF}{du} \cdot \frac{dm}{d\omega} = 0$$

la quale integrata, e posto per brevità $\{ p'(\theta) - m \} u = \Delta$, porge

$$F = f(\Delta, \theta)$$

per cui

$$\frac{dF}{d\theta} = u \left(p'' - \frac{dm}{d\theta} \right) \frac{df}{d\Delta} + \frac{df}{d\theta}, \quad \frac{dF}{d\omega} = -u \frac{df}{d\Delta} \frac{dm}{d\omega}, \quad \frac{dF}{du} = (p' - m) \frac{df}{d\Delta}$$

e l'altra equazione (b) fornisce

$$u \left(u^2 \omega p'' - \frac{\Delta^2}{u^3} \right) \frac{df}{d\Delta} + u^2 \omega \frac{df}{d\theta} + a \omega \Delta = 0$$

che si integra dipendentemente dalle due equazioni differenziali

$$\Delta d\Delta + \frac{(p' - m)^2}{\omega} d\theta = \frac{p''}{p' + m} \Delta^2 \cdot d\theta, \quad df + a \frac{(p' - m)^2}{\Delta} d\theta = 0$$

e conduce al finale risultamento

$$f \left[u^2 (p' - m)^2 e^{-2 \int \frac{p''}{p' - m} d\theta} + \frac{2}{\omega} \int (p' - m)^3 e^{-2 \int \frac{p''}{p' - m} d\theta} \cdot d\theta \right] - a \int \frac{p' - m}{u} d\theta = \alpha - at \quad (*)$$

Tale è la forma dell'integrale comune ai problemi considerati, e la equazione delle forze sarà

$$\frac{dz}{dt} + \frac{dz}{dx} x' + \frac{dz}{dy} y' + \frac{dz}{dx'} X + \frac{dz}{dy'} Y = 0.$$

Supposti

$$a = 0, \quad \psi(x, y) = 0 = -\frac{y}{x}, \quad \lambda(x, y) = \omega = -\frac{x^2 \left(1 + \frac{y^2}{x^2} \right)}{Z \left(-\frac{y}{x} \right)}$$

per cui $p'(\theta) = y + \theta x = 0, \quad x = m(\omega, \theta) = -\sqrt[3]{\frac{\omega Z(\theta)}{1 + \theta^2}}, \quad u = \frac{xy' - yx}{x}$

avremo $\alpha = (y'x - x'y)^2 + 2 \int \frac{Z(\theta)}{1 + \theta^2} d\theta = (y'x - yx')^2 + T \left(\frac{y}{x} \right)$

$$Xy - Yx = \frac{T' \left(\frac{y}{x} \right)}{2x^2}$$

che sono le formole segnate (10), (11) nella Memoria del sig. Bertrand (Giornale del sig. Liouville, 1852, Tom. 17, pag. 135): ma insorge dubbio su la sussistenza dell'altro caso indicato da quel chiarissimo geometra. Dedicherò altra Nota allo sviluppo di più complesse questioni.

(*) La riduzione del mio risultato a questa forma, e la deduzione del caso particolare di Bertrand, le devo al siciliano sig. Placido Tardy, direttore e professore della Regia Scuola di Marina in Genova, di cui grandemente apprezzo le belle doti dell'animo ed il sapere.

PROPOSTA
DI PIÙ SPEDITI METODI DI VOTAZIONE PE' CORPI COLLEGIALI

DI
LUIGI DE CRISTOFORIS.

Letta nell'adunanza del giorno 13 marzo 1856.

Il soggetto, onorevoli Colleghi, che mi propongo sviluppare venne da me scelto, sia perchè lo reputo di certa quale relativa importanza, sia perchè, come credo, anche dietro l'esame dei trovati meccanici che figuravano alle mondiali esposizioni, non fu da altri trattato.

Siatemi dunque cortesi della vostra attenzione e d'un vostro reputato parere, interrompendomi ben anco nella lettura, se occorre, pella indispensabile chiarezza, e sottoponendo a disamina ed alla discussione quanto verrò via via dicendo; ben lieto di dividere co' miei onorevoli Colleghi la soddisfazione di avere, se non altro, gettato il seme in un terreno certamente fertile ma tuttavia incolto.

L'espressione della volontà de' Corpi collegiali si manifesta colla votazione, e questa in alcuni casi si eseguisce palese, in altri segreta.

La votazione palese è, per economia di tempo, preferita, ogni qualvolta nulla vi si opponga, quantunque apra l'adito a varii inconvenienti.

1.º Non lascia la piena libertà del voto ai singoli membri dei Corpi, nei casi in cui, o per circostanze speciali, o per rapporti personali non vorrebbero far manifesta la propria opinione.

2.º Osta talvolta a che il risultato finale possa dirsi la vera ed assoluta espressione del ragionato e coscienzioso sentire dei Corpi, mentre alcuni vi possono essere i quali, quasi per istintiva abitudine, si abbandonino al voto della maggioranza, contenti di non essere obbligati a ragionare col proprio criterio.

3.º La numerazione dei voti non offre quella sicurezza che si addice in sì delicato argomento, per cui il Preside si trova varie volte costretto ad eseguire una seconda numerazione in senso inverso, qual contro-prova, numerazione che, oltre il tempo perduto, può indurre in grave imbarazzo quando non armonizzi colla prima.

4.° È eagine, inoltre, anche di qualche incomodo specialmente agli avanzati in età ed acciaccosi, tanto più quando la votazione si eseguisca per alzata e seduta.

La votazione segreta, la quale si effettua colle palle e col bussolo a doppia camera, mentre soddisfa alla principale esigenza, la segretezza, presenta pur nondimeno alcuni gravi inconvenienti.

1.° Richiede per raccogliere i voti l'intervento di inservienti, i quali più o meno vengono così istruiti sulle deliberazioni del Corpo, ovvero arreca questo disturbo ad altri fra i membri del medesimo.

2.° Rende inuniforme l'espressione dei primi in confronto degli ultimi voti stante la noja, la quale in ragione del maggior tempo impiegato invade i votanti.

3.° Quel che più monta poi, fa perdere un tempo prezioso.

Per media proporzionale può ritenersi necessario un minuto primo per ogni votazione di dieci votanti.

Supposto quindi che il numero ordinario degli intervenienti alle sedute dell'Istituto, del Consiglio Comunale, della Camera di Commercio di Milano, ascenda a 30, si esigeranno tre minuti primi per votazione.

Quale impresa non sarà dunque, in via d'esempio, pel nostro Consiglio Comunale quella di proporre ad ogni fin d'anno la dupla dei venti consiglieri eligendi? Dovrà il Consiglio esperire 80, 90 ed anche 100 votazioni, sacrificando così malamente dalle 4 alle 5 ore?

Ad ogni modo, la votazione segreta riesce in moltissimi casi indispensabile, e sarebbe poi sempre da preferirsi alla palese, quando venisse effettuata con un metodo che corrisponda a tutte le esigenze del problema.

Ora metodi diretti a tale scopo io avevo l'onore di proporre al nostro Corpo fino dall'anno 1836, unendo alla proposta i relativi modelli.

Consisteva il primo in una piccola macchinetta tuttavia esistente nelle sale del nostro Gabinetto tecnologico.

La forma esterna della citata macchinetta non è dissimile da quella d'un bussolo comune, però a dimensioni più piccole.

La distribuzione interna è come segue:

In fondo al tubo, che, mentre riceve, nasconde la mano del votante, stanno due tasti simili a quelli d'un piano-forte, uno a destra, l'altro a sinistra; uno pei voti positivi, l'altro pei negativi.

Ciascun tasto comunica nella parte posteriore a mezzo di due ericche con una ruota corrispondente ad esso, e con una seconda ruota comune anche all'altro tasto; tre ruote quindi comprende la macchinetta, una centrale destinata a ricevere il tributo dei due tasti, ossia la somma dei votanti, e due laterali che danno rispettivamente il numero dei voti positivi e negativi.

Affinchè poi il succedersi dei voti si appalesi allo scrutatore, sopra ognuno dei tre assi (il centrale e i laterali) è infissa un'altra ruota ad anello la cui periferia esterna è levigata ed incisa con numeri progressivi, che corrispondono ai denti della ruota facente corpo col medesimo asse.

I detti numeri progressivi incisi sulla faccia esterna delle tre periferie incominciano collo 0, ed un elastico spirale d'acciajo richiama allo 0 ciascuno dei tre anelli, i quali si arrestano in tal posizione per effetto d'una riferma.

Del resto, onde ad ogni ripigliar di dente che fa la leva o tasto, e la sua corrispondente ericca, l'anello rimanga al posto assegnato dalle precedenti pressioni (voti), vi ha una contro-ericka, la quale si ripete ad ogni ruota sopra una linea retta.

I numeri della ruota centrale sono sempre visibili, onde assicurarsi che ciascun membro del Corpo abbia eseguito il proprio incumbente, mentre i numeri laterali corrispondenti sono nascosti da una sottil lamina metallica, che il sol Presidente può rimuovere mercè una piccola chiave, chiave che serve anche a rialzare con un semplice congegno le contro ericche, e richiamare allo 0 i tre numeri progressivi, per disporre la macchinetta a nuova votazione.

Tale congegno, che può sembrare complicato, non lo è nell'uso, e soddisfa ad un certo risparmio di tempo, escludendo il bisogno di distribuire le palle e di enumerarle poi, giacchè il Presidente a colpo d'occhio riconosce esatto e corrispondente il numero dei voti al numero dei votanti, appalesato dalla ruota centrale, e riconosce ad un tempo i voti positivi e negativi indicati dalle ruote laterali, e la cui somma non può che corrispondere al numero complessivo dei votanti.

La tavola che presento vi farà chiara l'interna struttura del meccanismo meglio d'ogni mia parola. (Vedi le figure 1, 2 e 3.)

Il secondo metodo da me ideato si scosta assai dal sovra descritto, e si presta poi specialmente alla sollecita formazione delle schede nel caso di nomina di Commissioni da scegliersi nel seno del Corpo.

Pongasi che ogni membro abbia avanti a sè un primo regolo sul quale siano l'un sotto all'altro indicati tutti gli eligendi, ed a fianco e sulla destra di questo, un secondo regolo interinalmente vi si connetta a mezzo di due piccoli registri.

Sulla faccia esterna di questo secondo regolo ideate tanti fori corrispondenti ai nomi dei membri eligendi iseritti sul primo regolo, e ciascuno di voi sia munito di un numero di pivoli adattabili nei detti fori, corrispondente almeno al numero dei componenti la eligenda Commissione.

Invitato il Corpo dal Presidente ad eleggere una speciale Commissione, p. e.

di tre membri, ognuno di voi sceglie sul primo regolo che gli sta innanzi i tre che sembrangli i più addatti, e ripone un piuolo in ciascuno dei corrispondenti fori.

Se poi vi nasce pentimento, facile cosa sarà levare il piuolo da uno per porlo in un altro posto.

Terminata l'operazione, raccolgansi tutti i secondi regoli, ed il Presidente, o chi per esso, li adatti a fianco ad un esemplare del primo su cui stanno scritti, nello stesso ordine, i membri eligendi, annestandoli un dietro l'altro a mezzo dei registri.

Lo scrutinio risulterà così siero e sollecito oltre ogni credere, non avendosi che a contare per ogni membro eligendo i piuoli indicanti i voti ottenuti, e registrarli.

Collo stesso metodo si potrebbero effettuare ben anco votazioni di confronto in seguito allo scrutinio di schede presentate.

In luogo dei due regoli che ciascun votante possiede, come più sopra fu detto, esso di un solo si valga, e questo sia il secondo, munito però a lato di ciascun foro di un numero progressivo.

Per procedere alla votazione, il Presidente, giusta le numeriche risultanze del primitivo scrutinio delle schede, enunci l'ordine da seguirsi nella votazione di confronto, ordine che corrisponderà al sopra detto numero progressivo apparente dai regoli.

Al proclamare del nome di colui che ottenne il maggior numero dei suffragi (numero uno del regolo), chi vorrà concedergli il proprio voto definitivo porrà il piuolo nel primo foro, e così via.

Raccolti i regoli ed annessati un dietro l'altro, in brevissimo tempo se ne otterrà il risultato contando i piuoli apparenti sulla linea di ciascun candidato.

Vede ognuno come questo procedimento riesca sollecito, operandosi simultaneamente la votazione, e come anche esso risponda assai meglio del metodo usitato per palle alla principale esigenza di sì fatta operazione, stante che appalesandosi contemporaneamente il risultato di tutte le votazioni, non può quello d'un candidato influire sopra altro, ingenerando un esito incerto, e talvolta fondato sull'accidente di trovarsi un candidato piuttosto fra i primi che fra gli ultimi votati. Ad illustrazione dell'esposto veggasi la figura 4.

Quantunque i due metodi sopra descritti del bussolo meccanico e del regolo indicatore presentino in confronto alla pratica odierna un certo vantaggio, pure essi non raggiungono ancora quel primo e complesso requisito d'ogni votazione, consistente nella più rapida e sicura manifestazione della volontà del Corpo deliberante.

Sembrandomi che tale condizione si potesse ottenere solo con un modo di votazione contemporaneo per tutti i votanti, ed appalesantesi a colpo d'occhio alla vista dello scrutatore e del Corpo, ne' suoi principii, progresso e fine, ideai un sistema meceanico-idraulico, mereè cui il Presidente trovasi in comunicazione diretta, e quasi telegrafica con ciascun votante, il quale alla sua volta trasmette il proprio voto, e lo richiama ad arbitrio senza perturbare le conformi operazioni dei Colleghi.

In tale sistema l'espressione del voto positivo o negativo emesso, dipende da una costante quantità di liquido, la quale, per così dire, surroga la palla che si pone nel bussolo.

Figuratevi che sotto i coperchii di ciascun ordine rettilineo o curvilineo di tavoli corrano due tubi fra loro paralleli, ripieni ciascuno di un liquido diversamente colorato, i quali procedendo perpendicolarmente da uno spazio libero all'infuori della linea dei tavoli, dopo ultimata la corsa lungo i tavoli stessi, ritornino a quello spazio salendo verticalmente, e prolungandosi oltre l'orificio dell'altro capo del tubo chiudentesi a chiave, con una canna vitrea che chiameremo *votometro*.

Avremo così due tubi, uno pei voti positivi, l'altro pei voti negativi, conterminati rispettivamente per un capo da una chiave, e per l'altro da una canna vitrea in cui il liquido colorato potrà facilmente ravvisarsi.

Siccome la disposizione dei due tubi è perfettamente identica, così quanto si espone per l'uno vuolsi implicitamente intendere esposto ed applicabile anche per l'altro.

In ogni stallo, e precisamente sotto il coperchio del tavolo, siavi una piccolissima tromba idraulica senza valvole, siringa, perpendicolare al tubo trasmissore del voto, e comunicante con esso.

Ed ogni tromba vada munita d'uno stantuffo mobile a mezzo d'una leva, il quale abbassato all'infimo livello tocchi almeno la linea di congiunzione della tromba al tubo.

Ora, onde predisporre il sistema alla voluta azione, supposti abbassati tutti gli stantuffi delle trombe all'infimo livello, riempiasi, a modo d'esempio, il tubo positivo col liquido colorato, introducendovelo dalla estremità verticale munita di chiave.

Evidentemente il liquido disceso dalla detta estremità munita di chiave dopo avere percorsi orizzontalmente tutti gli ordini di tavoli espellendo l'aria racchiusa, risalirà per l'altra estremità verticale fino all'altezza in cui trovasi la canna vitrea, o votometro, nè si spingerà più avanti per la elementare legge fisica del livello dei liquidi.

Il punto in cui il liquido nell'estremità munita di chiave rigurgita, è quel medesimo che segna lo zero sul votometro dell'altra estremità.

Chiusa adesso la chiave col liquido perfettamente a livello nelle due canne parallele, riempiasi dall'alto il tubo vitreo con altra porzione di liquido, avvertendo che la canna vitrea possa contenerne una massa maggiore della somma delle quantità iniettabili dagli stantuffi.

Rialzati gli stantuffi, e quindi aumentata la capacità occupabile dal liquido, questo discenderà proporzionalmente nel votometro, non raggiungendo per altro lo zero per quella quantità maggiore versatavi preventivamente.

A raggiungerlo sarà quindi mestieri di aprire la chiave, ond'escia il liquido esuberante.

Ciò ottenutosi, il pelo visibile nel votometro indicherà lo zero.

Fin qui si è supposto che tutti gli stantuffi sieno alzati; che la capacità del tubo e dei corpi di tromba connessivi sieno occupati dal liquido; che il liquido stesso raggiunga appena la linea segnante lo zero sul votometro.

Or bene, che un solo dei votanti prema la leva dello stantuffo fino all'estremo punto, e la porzione di liquido espulsa dal corpo della tromba agendo sulla massa complessiva, farà rialzare il liquido stesso di un grado sullo zero del votometro positivo.

Dato che due votanti, o contemporaneamente od in tempi diversi, premano le rispettive leve comunicanti col tubo positivo, ed il liquido salirà nel votometro a due gradi. Quel che si è detto per due, vale per dieci, per cento, vale per le votazioni positive, come per le negative, purchè ogni votante tenga a sua disposizione due leve, una p. e. a destra pei voti positivi comunicante col tubo positivo, l'altra a sinistra pei voti negativi, comunicante col tubo negativo.

Propostosi dal Presidente l'oggetto che vuolsi assoggettare alla votazione, ogni membro del Corpo, posta la mano sull'una o sull'altra leva nascosta sotto il coperchio del tavolo, la premerà, e quindi in brevissimo spazio di tempo elevatisi corrispondentemente i peli dei liquidi nei votometri, sarà agevole al Presidente rilevare a colpo d'occhio la somma dei voti positivi e negativi, annunciarne il risultato all'adunanza, e far disporre l'apparecchio a nuove votazioni col rialzare ciascun membro la leva abbassata, a fine di richiamare i peli dei liquidi nei votometri allo zero.

Onde l'operazione proceda con sicurezza, regolarità e segretezza sarà opportuno che le canne vitree (votometri) dei due tubi positivo e negativo, durante la votazione sieno coperti; che il solo Presidente possa rimuoverne l'involucro; che a mezzo di due chiavi applicate inferiormente allo zero del votometro lo stesso Presidente possa, assicuratosi previamente che la votazione ebbe luogo,

Mem



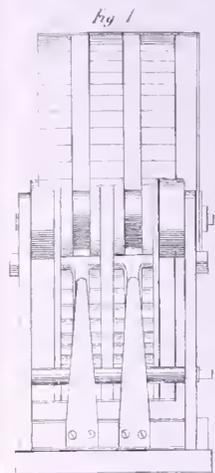


Fig. 1

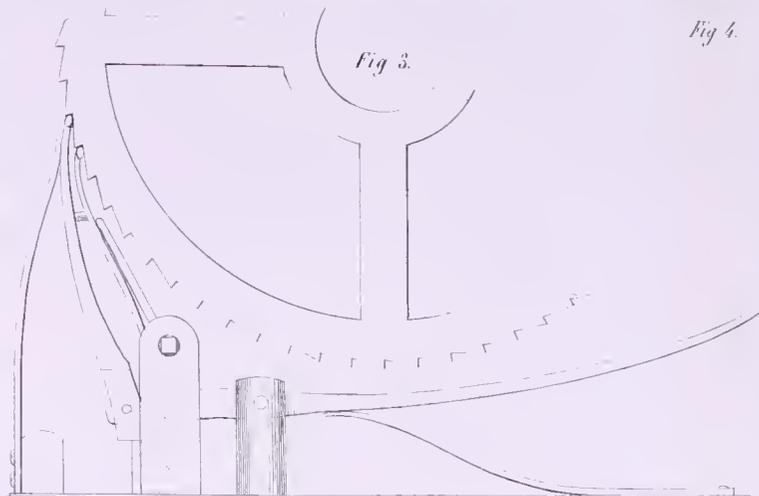


Fig. 3.

Fig. 4.

A	1 0	1 0	1 0
B	2 0	2 0	2 0
C	3 0	3 0	3 0
D	4 0	4 0	4 0
E	5 0	5 0	5 0
F	6 0	6 0	6 0
G	7 0	7 0	7 0
	8 0	8 0	8 0
	9 0	9 0	9 0
	10 0	10 0	10 0
	11 0	11 0	11 0
	12 0	12 0	12 0
	13 0	13 0	13 0
	14 0	14 0	14 0
	15 0	15 0	15 0
	16 0	16 0	0
	17 0	17 0	0
	18 0	18 0	0
	19 0	19 0	0
	20 0	20 0	0
	21 0	0	0
	22 0	0	0
	23 0	0	0
	24 0	0	0
	25 0	0	0
	26 0	0	0
	27 0	0	0
	28 0	0	0
	29 0	0	0
	30 0	0	0

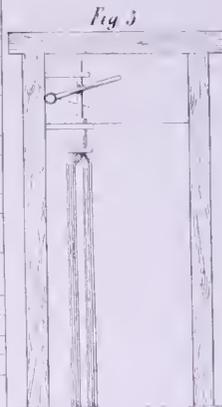


Fig. 5

Fig. 2

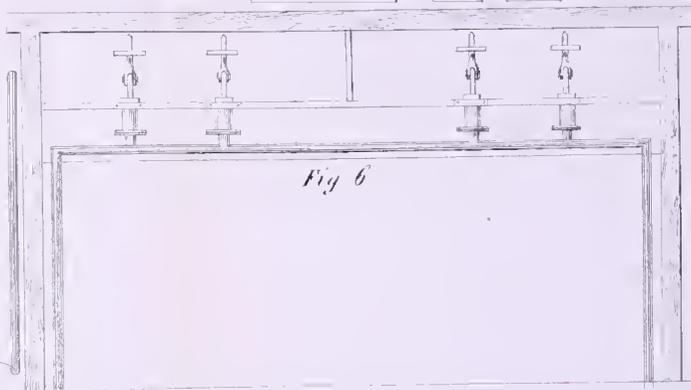
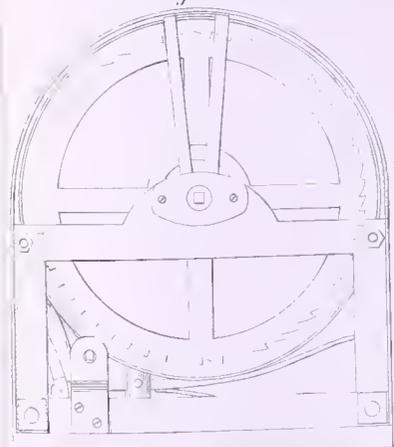
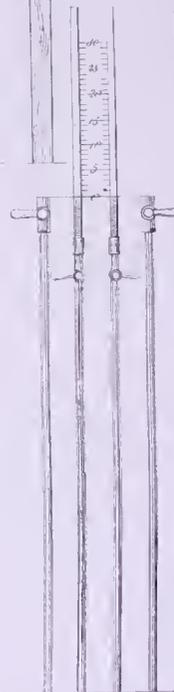


Fig. 6



renderne immutabili i risultati, coll'intercettare la comunicazione fra i tronchi inferiori dei tubi, ed i votometri.

Le figure 5 e 6 della Tavola che presento offrono un disegno abbastanza dimostrativo del mio concetto e de' suoi particolari.

L'apparecchio meccanico-idraulico descrittovi, che suppone la stabilità degli stalli, non importa in pratica un grave dispendio, e raggiunge, a mio credere, risultati piuttosto soddisfacenti, quali

1.º, e principale, la somma celerità dell'operazione, potendo contemporaneamente un numero grandissimo di votanti dare il proprio suffragio senza che l'azione individuale disturbi l'andamento dell'operazione complessiva; la somma dei suffragi ottenendosi meccanicamente, senza cioè il concorso dello scrutatore o scrutatori; la ripresa della votazione riescendo di molto agevolata per essere dipendente da un semplice richiamo delle leve;

2.º la segretezza nell'andamento dell'operazione, che viene inevitabilmente serbata;

3.º l'esattezza dei risultati, dovuta all'azione d'una legge fisica sostituita alla numerazione dell'uomo;

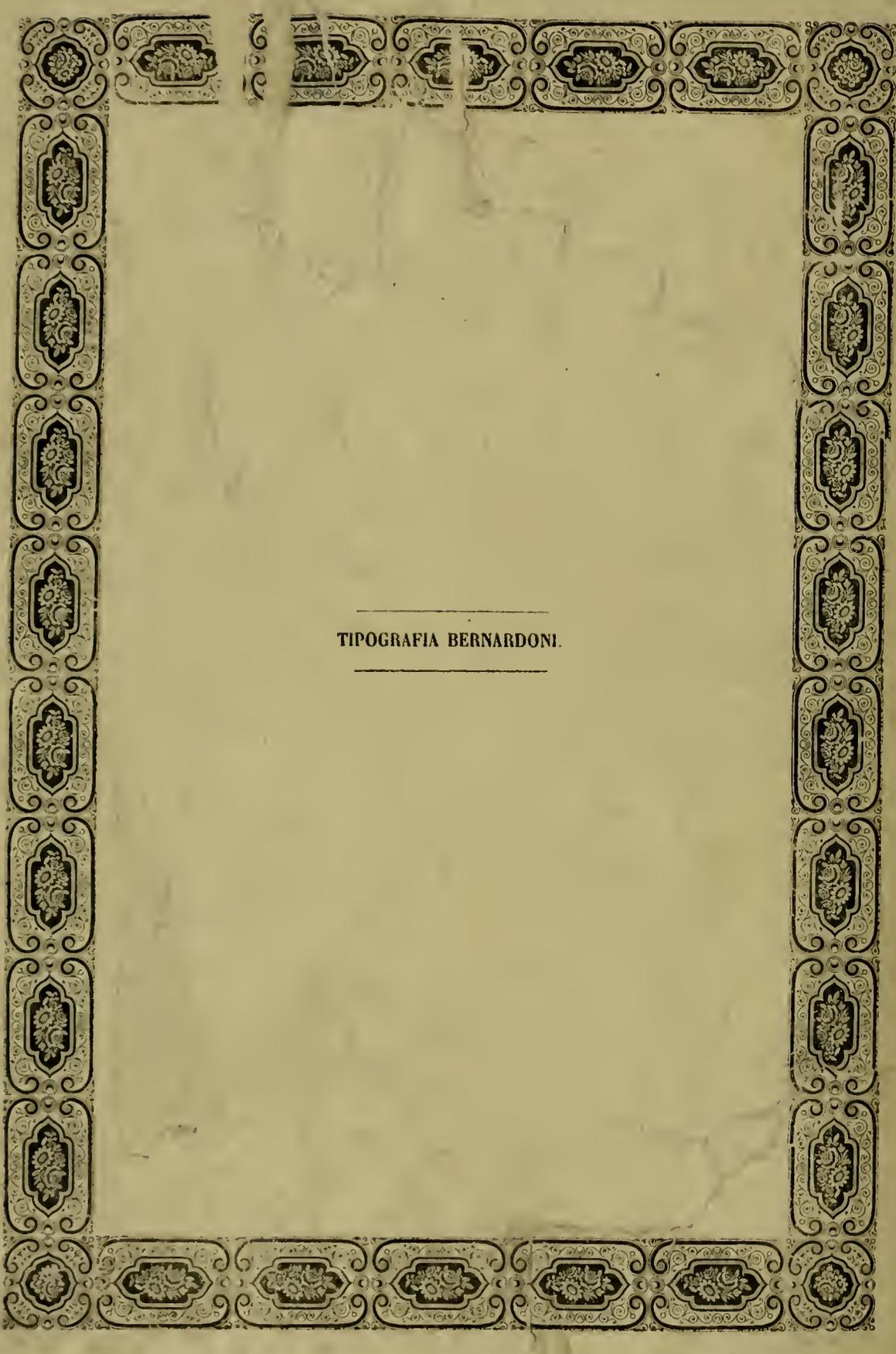
4.º la comodità, consistendo la dichiarazione del voto in una semplice pressione di una leva, e nei possibili pentimenti od errori, potendosi rispettivamente far luogo a rimediarvi dal votante col giuoco delle leve, e senza intervento d'altri, e disturbo dell'adunanza.

INDICE

DELLE MATERIE CONTENUTE IN QUESTO VOLUME

E lenco dei Membri attuali dell'I. R. Istituto Lombardo di scienze, lettere ed arti	Pag. v
<i>Monografia del Bombice del gelso (Bombyx mori LISNEO), di Emilio Cornalia. -- Con 15 tavole</i>	" 3
<i>Di un principio controverso della Meccanica Analitica di Lagrange e delle molteplici sue applicazioni, di Gabrio Piola</i>	" 389
<i>Se gli Arabi del medio evo abbiano avuta qualche influenza sui primordj della moderna letteratura, di Andrea Zambelli</i>	" 497
<i>Note che riguardano alcuni argomenti della Meccanica razionale ed applicata, di Gaspare Mainardi. — Con una tavola</i>	" 515
<i>Proposta di più spediti metodi di votazione pe' corpi collegiali, di Luigi De Cristoforis. — Con una tavola</i>	" 541



A decorative border with repeating floral motifs in a stylized, Art Nouveau style, framing the page. The motifs are contained within ornate, scroll-like frames.

TIPOGRAFIA BERNARDONI.

